

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) Навчально-науковий інститут харчових технологій
Кафедра Технології цукру та підготовки води

«До захисту в ЕК»
Директор інституту
Оксана КОЧУБЕЙ-ЛИТВИНЕНКО
(підпис) (ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

«__» _____ 2024 р.

«До захисту допущено»
В.о. завідувача кафедри
Інна КАРПОВИЧ
(підпис) (ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

«__» _____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

зі спеціальності 181 «Харчові технології»
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми «Технології цукрів, полісахаридів і підготовки
води у промислових та крафтових виробництвах»

на тему: Удосконалення технології дифузійно-пресового вилучення цукрози з
метою підвищення виходу та якості цукру

Виконав: здобувач 2 курсу, групи ЦВ-2-11М

Босак Алла Володимирівна
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник Гусятинська Наталія Альфредівна
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти _____
(ім'я та прізвище) (підпис)

_____ (ім'я та прізвище) (підпис)

Рецензент Андрій МАРИНІН
(ім'я та прізвище) (підпис)

Я як здобувач (ка) Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав (-ла) і не одержував(-ла) незарядженої допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач _____
(підпис)

Київ– 2024 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) Навчально-науковий інститут харчових технологій

Кафедра технології цукру і підготовки води

Освітній ступінь магістр

Спеціальність 181 «Харчові технології»

(код і назва)

Освітньо-професійна програма «Технології цукрів, полісахаридів і підготовки води у промислових та крафтових виробництвах»

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри ТЦ і ПВ

Інна КАРПОВИЧ

“ 07 ” жовтня 2024 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Босак Алла Володимирівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення технології дифузійно-пресового вилучення цукрози з метою підвищення виходу та якості цукру
керівник роботи Гусятинська Наталія Альфредівна, професор, доктор технічних наук

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від 07.10.2024 року № 882кс

2. Строк подання здобувачем роботи 06 грудня 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи дифузійно-пресовий спосіб вилучення сахарози; якість дифузійного соку; якість цукру; втрати сахарози від мікробіологічного розкладання

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ, Розвиток технології екстрагування сахарози, Об'єкти і методи досліджень, Удосконалення технології дифузійно-пресового вилучення цукрози з метою підвищення виходу та якості цукру, Аналіз якості цукрових буряків за чистотою бурякового соку та вмістом α -амінного азоту, Аналіз роботи колонної дифузійної установки з використанням дифузійно-пресового способу вилучення сахарози, Застосування хімічних реагентів для інтенсифікації процесу пресування жому, Дослідження втрат сахарози внаслідок мікробіологічного розкладання сахарози в процесі екстрагування, Аналіз виходу та якості цукру у виробництві, Оптимізація досліджуваного технологічного процесу, Управління безпечністю продукції за системою НАССР, Екологічні, економічні та соціальні аспекти дослідження технології цукру в контексті забезпечення сталого розвитку України, Загальні висновки

5. Перелік графічного матеріалу_____

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 7 жовтня 2024 р

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Ознайомлення з літературою, огляд літературних джерел.	25.10.24	
2	Формування розділу об’єкти і методи досліджень	01.11.24	
3	Оформлення розділу удосконалення технології дифузійно-пресового вилучення цукрози з метою підвищення виходу та якості цукру	16.11.24	
4	Оформлення розділу управління безпечністю продукції за системою НАССР	23.11.24	
5	Оформлення екологічні, економічні та соціальні аспекти дослідження ехнології цукру в контексті забезпечення сталого розвитку України	01.12.24	
6	Затвердження розділів роботи	03.12.24	
7	Затвердження дипломної роботи	06.12.24	

Здобувач _____
(підпис)

Алла БОСАК _____
(ім’я та прізвище)

Керівник роботи _____
(підпис)

Наталія ГУСЯТИНСЬКА _____
(ім’я та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Розрахунково-пояснювальна записка до дипломної роботи містить 82 сторінки, 21 рисунок, 12 таблиць, 41 літературних джерел та 8 додатків.

Метою роботи є теоретичне обґрунтування та експериментальне підтвердження удосконалення технології дифузійно-пресового вилучення цукрози з метою підвищення виходу та якості цукру.

Проаналізовано сучасні способи інтенсифікації технологічних процесів знецукрення стружки. Обґрунтовано ефективність застосування хімічних реагентів, а саме – гіпсу та сульфату алюмінію для обробки жому перед пресуванням. Досліджено втрати сахарози від розкладання у виробничому процесі.

Здійснено аналіз та ідентифікацію небезпечних чинників у бурякопереробному відділенні відповідно до системи управління безпечністю НАССР. Визначено екологічні, економічні та соціальні аспекти виробництва цукру.

Ключові слова: цукор, дифузійний сік, жомопресова вода, жом, пресування, розкладання сахарози.

SUMMARY

The calculation and explanatory note to the diploma thesis contains 82 pages, 21 figures, 12 tables, 41 literature sources, 8 appendices.

The purpose of the work is the theoretical justification and experimental confirmation of the improvement of the technology of diffusion-press extraction of sucrose in order to increase the yield and quality of sugar.

Modern methods of intensification of technological processes of chip desugaring are analyzed. The effectiveness of the use of chemical reagents, namely gypsum and aluminum sulfate for pulp treatment before pressing, is substantiated. Sucrose losses from decomposition in the production process are studied.

The analysis and identification of hazardous factors in the beet processing department in accordance with the HACCP safety management system are carried out. The environmental, economic and social aspects of sugar production are determined.

Keywords: sugar, diffusion juice, pulp press water, pulp, pressing, sucrose decomposition.

ЗМІСТ

Вступ.....	9
Розділ 1. Розвиток технології екстрагування сахарози.....	12
1.1. Загальна характеристика виробництва цукру.....	12
1.2. Технологічна характеристика якості цукрових буряків.....	15
1.2.1 Цукровий буряк, як сировина для виробництва цукру.....	15
1.2.2. Вплив мікробіологічних процесів на якість сировини.....	17
1.3. Аналіз способів вилучення сахарози з буряків.....	18
1.3.1. Процес екстрагування.....	18
1.3.2. Дифузійно-пресовий спосіб.....	19
1.3.3 Підготовка живильної води.....	20
1.4. Мікробіологічні процеси та способи дезінфекції в процесі екстрагування.....	25
1.4.1 Втрати цукрози від розкладання в процесі екстрагування.....	25
1.4.2 Вплив мікробіологічних процесів на якість соку та напівпродуктів.....	26
1.4.3 Методи запобігання розвитку мікробіологічних процесів у виробництві цукру.....	27
Висновки до розділу 1.....	31
Розділ 2. Об'єкти і методи досліджень.....	32
2.1. Методика визначення масової частки м'якоті в цукрових буряках....	32
2.2. Методика визначення втрат цукру в транспортерно-мийній воді.....	33
2.3. Методика визначення масової частки цукрози у пресованому жомі....	33
2.4. Методика визначення масової частки цукрози у сирому жомі.....	35
2.5. Визначення вмісту цукру в буряковій стружці по дигестії способом холодного водного дигерування.....	36
2.6. Визначення вмісту цукру в буряковій стружці по дигестії способом гарячого водного дигерування.....	37

2.7. Методика визначення кислотності нормального та дифузійного соку.....	37
2.8 Визначення вмісту м'якоті в буряках.....	38
2.9. Визначення α -амінного азоту в буряковій стружці.....	38
2.10 Визначення вмісту редукувальних речовин.....	39
2.11 Оцінка точності експериментів.....	40
Висновки до розділу 2.....	41
Розділ 3. Удосконалення технології дифузійно-пресового вилучення цукрози з метою підвищення виходу та якості цукру.....	42
3.1. Аналіз якості цукрових буряків за чистотою бурякового соку та вмістом α -амінного азоту.....	43
3.2 Аналіз роботи колонної дифузійної установки з використанням дифузійно-пресового способу вилучення сахарози.....	45
3.3. Застосування хімічних реагентів для інтенсифікації процесу пресування жому.....	50
3.4. Дослідження втрат сахарози внаслідок мікробіологічного розкладання сахарози в процесі екстрагування.....	54
3.5. Аналіз виходу та якості цукру у виробництві.....	57
3.6 Оптимізація досліджуваного технологічного процесу.....	57
Висновки до розділу 3.....	60
Розділ 4. Управління безпечністю продукції за системою НАССР.....	62
4.1. Загальні підходи до системи управління безпечністю продукції (цукру) на основі принципів НАССР.....	62
4.2. Аналіз небезпечних факторів та запобіжні заходи щодо їх появи у відділення (виробництві) (з врахуванням розроблених способів, заходів).....	65
Висновки за розділом 4.....	73
Розділ 5. Екологічні, економічні та соціальні аспекти дослідження технології цукру в контексті забезпечення сталого розвитку України.....	74
5.1. Економічна ефективність розробки та її соціальне значення.....	74
5.2. Екологічні проблеми у виробництві та шляхи їх вирішення.....	76

Висновок до розділу 5.....	80
Загальні висновки.....	81
Список використаних джерел.....	83
Додатки.....	87

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ЖПВ – жомопресо́ва вода;

СР – су́хі речовини;

Цк – цукри́стість;

Ч – чи́стота;

НЦ – знецукри

ОВП – оксно-ві́дновний потенціал

ТМВ – транспо́ртно-ми́йна вода

ВСТУП

Серед світових виробників Україна посідає 4-5 місце по виробництву цукру, однак в кількісному обсязі такий показник світового виробництва складає лише 1%, поступаючись виробництву цукру з тростини. Внутрішнє виробництво цукру в кількості 2140 тис. тонн повністю забезпечує продовольчу безпеку та у півтора рази перевищує фонд споживання країни.

Експорт цукру оцінюється в сумі 280 млн доларів та в кількісному показнику визначається до 598 тис. тонн.

Загалом ринок регулює 55 регуляторних актів, з них: 11 Законів України; 1 акт Президента України; 32 регуляторних акти Кабінету Міністрів України; 10 регуляторних актів центральних органів виконавчої влади; 1 регуляторний акт Ради Міністрів РСР [1].

За оцінками експертів, світове виробництво цукру щороку сягає близько 175 млн т. Другий сезон поспіль на ринку спостерігається дефіцит солодкого порошку, який оцінюють приблизно в 1,5 млн т. Згідно із прогнозами, цей дефіцит буде прослідковуватися і в 2024/25 маркетинговому році.

До дефіциту призвели декілька факторів:

- Несприятливі погодні умови для вирощування цукрової тростини в ключових регіонах вирощування: зокрема в Бразилії, Індії та Таїланді.
- Відміна експорту цукру з Індії, через що світовий ринок недоотримав близько 6 млн т продукції.
- Високі ціни на паливо, що призвело до збільшення обсягів переробки цукру-сирця в етанол [2].

Підвищення ефективності виробництва цукру та покращення його якості потребує вирішення питання забезпечення високої якості цукрових буряків і впровадження оптимальної технології їх перероблення, що ґрунтується на вдосконаленні основних технологічних процесів та розробленні способів їх реалізації.

Процес екстрагування сахарози з бурякової стружки і якість одержаного дифузійного соку в значній мірі визначають ефективність наступних технологічних стадій виробництва, впливають на вихід та якість цукру, витрати палива та вапна у виробництві. Значний теоретичний та практичний доробок у з питання екстрагування сахарози з бурякової стружки зробили вітчизняні та зарубіжні вчені: Сілін П.М., Лисянський М.М., Ліпець А.А., Даїшев М.І., Купчик М.П., Пушанко М.М., Рева Л.П., Гусятинська Н.А. та інші.

В той же час потребують подальшого вивчення шляхи удосконалення технології одержання дифузійного соку шляхом застосування дифузійно-пресового способу, а також визначення основних показників якості соків та продуктів при його реалізації.

Крім того актуальним питанням є розкладання сахарози внаслідок мікробіологічних процесів, що негативно впливає на якість цукру та утруднює перебіг технологічних процесів виробництва.

Мета роботи — на основі теоретичних та експериментальних досліджень обґрунтувати технологічні параметри дифузійно-пресового знецукрення стружки та одержання дифузійного соку з метою покращення якості та підвищення виходу цукру шляхом зниження втрат сахарози у технологічному процесі.

Відповідно до поставленої мети були сформульовані такі завдання досліджень:

- проаналізувати сучасні вимоги до якості сировини та проведення технологічного процесу вилучення сахарози;
- провести аналіз сучасних способів інтенсифікації технологічних процесів знецукрення стружки;
- обґрунтувати ефективність застосування хімічних реагентів для обробки жому перед пресуванням;
- дослідити втрати сахарози від розкладання у виробничому процесі;
- визначити вплив якості сировини та дифузійного соку на кольоровість напівпродуктів виробництва та їх чистоту;

- провести аналіз та ідентифікацію небезпечних чинників, вибору та оцінки заходів керування у бурякопереробному відділенні;

- визначити екологічні, економічні та соціальні аспекти виробництва цукру.

Об'єкт дослідження — технологія цукру з цукрових буряків

Предмет дослідження — дифузійно-пресовий спосіб вилучення сахарози; якість дифузійного соку; якість цукру; втрати сахарози від мікробіологічного розкладання.

Методи дослідження — типові методики визначення якісних показників соків цукрового виробництва та спеціальні фізико-хімічні, аналітичні, мікробіологічні методи контролю у бурякоцукровому виробництві, математичного моделювання, оптимізації та статистичного оброблення експериментальних даних, виконані з використанням сучасних приладів і комп'ютерних технологій.

Наукова новизна одержаних результатів. Встановлено раціональні параметри обробки жому хімічними реагентами гіпсом та сульфатом алюмінію з метою підвищення вмісту сухих речовин при пресуванні жому. Одержано математичні залежності якості соків, виходу жому та жомопресової води від ряду параметрів. Встановлено вплив витрат коагулянту сульфату алюмінію на ступінь денатурації клітин бурякової тканини в процесі термічного оброблення екстрагентом.

Практичне значення роботи. Удосконалено технологічний режим знецукрення бурякової стружки дифузійно-пресовим способом та проведено його апробацію на Жданівському цукровому заводі.

Апробація результатів роботи. Результати досліджень за напрямком магістерської роботи доповідались та обговорювались на науковій конференції 90 Міжнародній науковій конференції молодих учених, аспірантів і студентів (Київ, НУХТ) представлені у Додатку А.

1. РОЗВИТОК ТЕХНОЛОГІЇ ЕКСТРАГУВАННЯ САХАРОЗИ

1.1. Загальна характеристика виробництва цукру

Цукри відіграють важливу роль у раціоні людини, оскільки, як і більшість вуглеводів, необхідні організму для отримання енергії. Цукор, який найчастіше використовується для задоволення споживчого попиту, - це сахароза. Солодкий смак, консервувальні властивості, здатність до бродіння створюють умови для широкого застосування цукру також у харчовій промисловості з метою збалансування кислотності, збільшення маси продукту, запобігання його псуванню. Функціональна роль цукру в різноманітних харчових продуктах полягає також у підсиленні смаку й аромату, наданні кольору, покращенні текстури, регулюванні точки замерзання, утриманні вологи [3].

Виробництвом цукру в світі займається понад 100 країн. При цьому 80% ринку складає цукор виготовлений з цукрової тростини і лише 20% припадає на цукор вироблений з цукрових буряків.

Цукор використовується в харчовій, кондитерській, легкій промисловості, для тютюнового виробництва, виробництва фармацевтичних препаратів, пластмас, легкій промисловості та є частиною продовольчої безпеки для кожної країни

Україна є однією з країн в світі, яка займається вирощуванням цукрового буряку та посідає 4-5 місце серед виробників цукру з нього, адже має для цього найбільш сприятливі ґрунтово-кліматичні умови і відповідну матеріально-технічну базу. Однак, в загальних обсягах світового виробництва цукру наша країна виробляє лише 1%, тому що більшість країн переробляють цукрову тростину [1].

Український ринок цукру останнім часом почав відроджуватися завдяки збільшенню його експорту, попри загальну складну ситуацію в галузі. Однак є сподівання, що стан цукрової галузі покращиться.

Упродовж 9 місяців 2023 р. за даними проведеного аналізу інформації митної статистики експорт цукру становить 287968 тонн на суму \$228,37 млн. Середня ціна експорту 1 тонни цукру — \$793.

За оцінками Мінекономіки, внутрішнє споживання цукру нині становить близько 1 млн тонн на рік. Відтак агробізнес має високий потенціал до експорту цього продукту та диверсифікації видів діяльності в нинішніх економічних умовах та за наявних вже другий рік проблем із логістикою та збутом традиційних зернових і олійних культур.

Водночас у цукровій галузі з 2011 р. все ще зберігається негативна тенденція скорочення цукрових заводів та виробництва цукру. Їх кількість за останні роки зменшилася більш ніж удвічі. У 2022 р. працювало 39 цукрових заводів (діаграма 1).

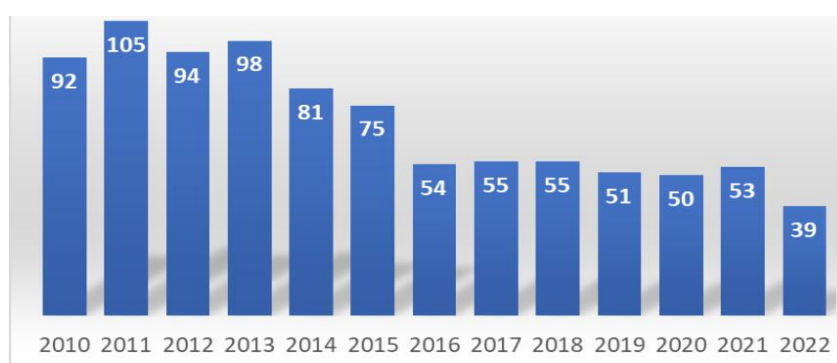


Рисунок 1. Кількість цукрових заводів

Основними традиційними регіонами, які займаються вирощуванням цукрового буряку фабричного, є Вінницька, Полтавська, Хмельницька, Тернопільська, Рівненська, Львівська, Черкаська, Кіровоградська області. Цукровий буряк фабричний є основною цукромісткою культурою — сировинною для виробництва цукру.

Зокрема, у 2022 р. серед усіх категорій господарств вперше середня урожайність вирощування цукрових буряків фабричних досягла досить високого рівня 54,1 тонни з 1 га. В цілому із 486 підприємств, які звітували про вирощування цієї культури, 287 сіяли її на площі до 100 га, 73 господарства — на площі від 100,01 га до 200 га, ще 64 господарства — на площі від 200,01 га до 500 га, 26 господарств — на площі від 500,01 га до 1000 га та 36 господарств — на площі понад 1000,01 га (таблиця 1).

Нині є всі внутрішні передумови та сприятлива зовнішня кон'юнктура ринку для того, щоб у перспективі стан цукрової галузі покращився. Тому агробізнес має скористатися цим шансом та ефективно використати можливості диверсифікації видів економічної діяльності [4].

Актуальним завданням для українських цукровиробників – подальший розвиток асортименту продукції з урахуванням світових тенденцій, оскільки товарний асортимент має велике соціально-економічне значення, від нього залежить повнота задоволення споживчого попиту і, як результат, фінансово-економічні показники діяльності суб'єктів ринку.

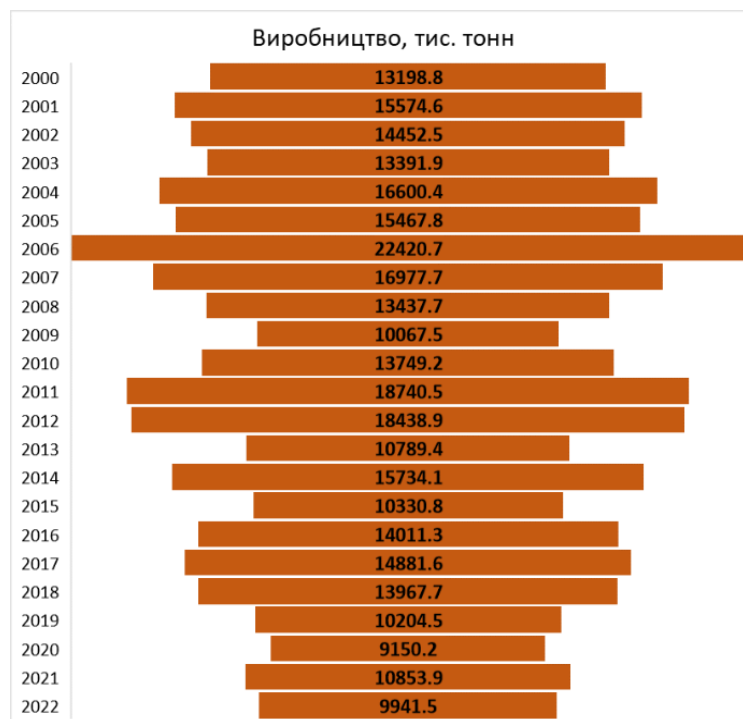


Рисунок 2. Динаміка виробництва цукрових буряків фабричних. Джерело. За даними досліджень інформації Держстату

Забезпечення якості та розширення асортименту цукровмісної продукції є вирішальними чинниками підтримання конкурентоздатності українських виробників.

Т. Чорна і Н. Гусятинська у своїй статті окреслюють такі напрями розвитку вітчизняної цукрової галузі:

- розширення асортименту традиційних видів цукру у промисловому виробництві;
- використання можливостей крафтових виробництв;
- виготовлення харчових сиропів з альтернативної цукровмісної сировини [3].

1.2. Технологічна характеристика якості цукрових буряків

1.2.1 Цукровий буряк, як сировина для виробництва цукру

Технологічна якість сировини – це комплекс її фізичних, хімічних та біологічних властивостей, які зумовлюють здатність її до зберігання та переробки.

Отже, технологічна якість цукрових буряків ділиться на три складові. Це:

- Фізичні властивості сировини: забрудненість сировини (у тому числі зеленою масою), механічне пошкодження коренеплодів, підв'яленість, підмороженість, дуплистість, ураженість коренеплодів хворобами (у тому числі кореневими гнилями) та шкідниками.
- Хімічні властивості сировини: цукристість сировини (дигестія), вміст сухих речовин, вміст основних мелясоутворювачів (калію, натрію та α -амінного азоту), вміст редуруючих речовин, вміст золи.
- Біологічні властивості сировини: технологічна та фізіологічна зрілість коренеплодів [5].

Після доставки на цукровий завод перевіряються наступні параметри:

- сміттєві домішки - забруднення, що не відносяться до буряку
- гичка - кількість буряку з низьким цукром
- вміст цукру - кількість сахарози у врожаї
- вміст азоту - допомагає визначити використання добрив у майбутньому.

Аспекти, які можуть вплинути на отримання цукру:

- Надлишок натрію та калію в коренеплодах.
- Високі рівні аміноазоту та амідів (таких як глютамін і бетаїн).

- Для уникнення таких проблем слід використовувати збалансовану програму живлення.

Оцінку зрілості проводить лабораторія. Після того як буде проведена оцінка якості, то грамотна сировинна лабораторія допоможе господарству спланувати графік викопування цукрових буряків у строках.

Таблиця 1.1. Показники якості сировини

Якість сировини	МБ-фактор	Доброякісність нормального бурякового соку
Технічно зріла	Менше 30	91,6 та вище
Середньої якості	31-40	88,7-91,5
Технічно незріла	Понад 40	88,6 та нижче

МБ-фактор – критерій технологічної стиглості буряка, який показує скільки меляси буде отримано на 100 кг виробленого цукру [5].

Сировиною для виробництва цукру в Україні є цукровий буряк. Він повинен відповідати вимогам ДСТУ 4327:2013 «Коренеплоди цукрового буряку для промислового перероблення. Технічні умови»

Таблиця 1.2. Вимоги щодо показників якості коренеплодів цукрових буряків

Назва показників	Гранично допустиме значення, стан
Фізичний стан коренеплодів	Такі, що не втратили тургору
Масова частка коренеплодів цвітушних, %, не більше ніж	1,0
Масова частка коренеплодів цвітушних, %, не більше	5,0
Масова частка коренеплодів із значними механічними пошкодженням, %, не більше ніж	12,0
Коренеплоди муміфіковані	Не дозволено
Коренеплоди підморожені зі скловидними почорнілими тканинами, що відшаровуються	Не дозволено
Коренеплоди загнилі	Не дозволено
Масова частка зеленої маси, %, не більше ніж	3,0
Цукристість, %, не менше ніж	12,0

1.2.2. Вплив мікробіологічних процесів на якість сировини

Ефективність роботи підприємств цукрової галузі визначається багатьма факторами і, зокрема, коефіцієнтом виробництва, значення якого залежить від цукристості буряків та величини втрат сахарози на всіх ділянках приймання, зберігання, транспортування та перероблення буряків, а також від вмісту сахарози в мелясі. Серед основних чинників, що впливають на якість товарного цукру та техніко-економічні показники виробництва слід виділити забезпечення технологічної якості сировини, впровадження ефективних способів інтенсифікації технологічних процесів та сучасного обладнання [6].

Покращення технологічних властивостей і підвищення стійкості цукрових буряків до різноманітних захворювань у періоди вегетації чи зберігання є актуальною проблемою бурякоцукрової галузі, що включає комплексне вирішення питань селекції стійких сортів буряків, дотримання сучасної агротехніки вирощування, правил збирання й транспортування, технології складування і зберігання. Застосування фунгіцидних препаратів для обробки коренеплодів, у кагатах іноді є основною причиною втрат буряком аси та сахарози, а також різкого зниження якості сировини [7].

Під час зберігання цукрових буряків виникають, а іноді й швидко розвиваються ураження, які спричиняють масове загнивання коренеплодів в кагатах чи польових кучах. Інтенсивність розвитку кагатної гнилі залежить, в першу чергу, від умов зберігання та початкового стану коренеплодів. Основними збудниками кагатної гнилі при зберіганні цукрових буряків є міцеліальні гриби, серед яких ідентифіковано більше 150 видів, зокрема з найбільш поширених родів: *Fusarium*, *Phoma*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Gliocladium*, *Verticillium*, *Botrytis*, *Trichoderma*, *Trichothecium*, *Alternaria* тощо. До найбільш активних збудників кагатної гнилі належать види: *Botrytiscinerea*, *Phomabetae*, *Fusariumculmorum*, *Mucormucedo*, *Rhizopusnigricans*, *Sclerotiniaintermedia*[8]

При переробці цукрових буряків низької якості знижується якість стружки та ефективність вилучення сахарози, збільшується ступінь інфікування дифузійного

апарата, де відбувається швидкий розвиток мікроорганізмів, продукти життєдіяльності яких негативно впливають на роботу всіх подальших стадій виробництва цукру. Так, наприклад, накопичення у соку летких сполук підвищує піноутворюючу здатність дифузійного соку; утворення полісахаридів (в основному декстрану та левану) ускладнює процес фільтрування; збільшення вмісту органічних кислот (молочної, масляної, бутилової, оцтової, щавлевої) сприяє інвертному розкладанню сахарози, що створює проблеми на етапі кристалізації [9]. Втрати сахарози від розкладання при переробленні цукрових буряків на вітчизняних підприємствах становлять 0,44—1,5 % до маси буряків. У процесі екстрагування втрати сахарози внаслідок життєдіяльності мікроорганізмів складають 0,06—0,1 % до маси буряків, а при несприятливих умовах зростають до 0,3 % та вище, тому проблемі зменшення негативного впливу мікрофлори і втрат сахарози від розкладання необхідно приділяти постійну увагу [10].

Для досягнення високих економічних показників виробництва білого цукру відповідно до вимог ДСТУ необхідно приділяти велику увагу забезпеченню належних технологічних показників якості цукрових буряків, що надходять у перероблення, зокрема показників мікробіологічного забруднення коренеплодів [11].

Перероблення буряків, уражених слизистим бактеріозом, призводить до ряду негативних наслідків, тому важливим завданням є запобігання розвитку слизоутворювальних бактерій у дифузійному апараті, мезгоуловлювачах жомопресової води та дифузійного соку, збірниках жомопресової води, оскільки саме на цих ділянках в більшому ступені може спостерігатися розвиток мікробіологічних процесів [12].

1.3. Аналіз способів вилучення сахарози з буряків

1.3.1. Процес екстрагування

Однією із важливих стадій цукробурякового виробництва є процес видобування сахарози з бурякової стружки. Від його результату значною мірою

залежать втрати сахарози в жомі, а також робота наступних відділень заводу, ефективність виробництва в цілому [13].

Основними факторами, що визначають ефективність процесу екстрагування сахарози з бурякової стружки згідно теорії П.М. Сіліна, є температура, активна поверхня, різниця концентрації та тривалість екстрагування, при цьому збільшення значень кожного з цих факторів сприяє підвищенню дифузійного ефекту. Важливими показниками, які характеризують проникну здатність бурякової тканини та коефіцієнт молекулярної дифузії сахарози у буряковій тканині [14].

У промислових умовах найпоширенішими методами екстракції цукристих речовин із сировини є дифузійний і пресовий методи [15].

Авторами Олішевським В.В., Українцем А.І., Пушанко Н.М. та ін. запропоновано спосіб екстрагування сахарози з бурякової стружки в дифузійних апаратах включає мийку буряків, відділення від них сторонніх легких і важких домішок, подрібнення коренеплодів на різках у стружку, екстрагування сахарози живильною водою з додаванням колоїдного розчину гідроксиду алюмінію у кількості 0,01-2,0 % до маси води. Внаслідок модифікації живильної води колоїдним розчином гідроксиду алюмінію, при взаємодії з буряковою стружкою, остання стає більш пружною, що сприяє нормалізації гідродинамічного режиму у дифузійному апараті.[15].

В статті авторів Чемат Ф., Хума З., Хан М. К. розглянуто можливість проведення процесу екстракції з попередньою обробкою бурякової стружки ультразвуком. Механічні ефекти, які генеруються ультразвуковою кавітацією, викликають руйнування клітинних стінок, що згодом збільшує проникність молекул, захоплених усередині клітини. Потік рідини, викликаний кавітацією, і мікротурбулентність покращують масообмін процесу екстракції, так що сахароза та інші молекули переносяться в розчинник, тобто воду. Ультразвукові екстрактори можна легко комбінувати з протиточними, які в основному використовуються для екстракції цукрових буряків. Коротка обробка ультразвуком стружки цукрового буряка перед тим, як вона потрапить у протиточну систему екстракції, допомагає порушити та відкрити клітинні стінки. Результати дослідження показали, що

обробка ультразвуком призвела до вищого виходу високої чистоти ($92,6 \pm 0,11\%$), тоді як час екстракції значно скоротився з 70 хв. (протитечія) до 40 хв. (обробка ультразвуком). Ультразвукова екстракція призводить до зниження концентрації колоїдних домішок (особливо пектинів) і дає більш високий вихід сахарози ($94,0 \pm 0,15\%$)[16].

1.3.2. Дифузійно-пресовий спосіб

Хусін Мхемді та ін. запропонували бурякову стружку обробляти імпульсного електричного поля при $E=600 \text{ В см}^{-1}$. Електропропорвану бурякову стружку потім пресували і повернення жомпресової води у дифузійний апарат для екстракції залишкової сахарози.

Результати досліджень показали, що холодна обробка імпульсним електричним полем дозволяла віджати 50% нерозбавленого соку ($\text{Brix} \approx 21,2\%$). Також, бурякова стружка краще виснажується, завдяки новому процесу екстракції, що дозволяє зменшити втрати сахарози з 1,2 до 0,8 %, підвищувалася чистота (92,8 порівняно з 91,8%) [17]

Олішевським В.В. та ін. було розроблено дифузійно-пресовий спосіб екстрагування сахарози з бурякової стружки, який полягає у додаванні до екстрагенту додають колоїдний водний розчин гідроксиду алюмінію електроіскрового синтезу $\text{Al}(\text{OH})_3$ у кількості 0,0001-0,005 % до маси буряків. Колоїдний водний розчин гідроксиду алюмінію електроіскрового $\text{Al}(\text{OH})_3$ синтезу має високу іонообміну здатність до негативно заряджених речовин (нецукрів) за рахунок нанорозмірності твердої фази алюмінію (5...90 нм) та високому позитивному електрокінетичному потенціалу (+27 мВ). Це сприяє високому ступені коагуляції в процесі екстрагування від'ємнозаряджених молекул високомолекулярних сполук (пектинових та білкових речовин), які в найбільшій кількості входять до складу клітинного соку та бурякової тканини. Модифікований колоїдним водним розчином гідроксиду алюмінію електроіскрового синтезу екстрагент при взаємодії з буряковою стружкою сприяє електрохімічному

насиченню колоїдно-пектинового комплексу бурякової тканини іонами алюмінію, укріплюються клітинні стінки за рахунок утворення міцного нерозчинного пектату алюмінію та зниженню вмісту нецукрів в дифузійному соку, та фізико-хімічне очищення соку шляхом адсорбції нецукрів[18].

На кафедрі технології цукристих речовин НУХТ розроблено і апробовано в промисловості дифузійно-пресовий спосіб екстрагування сахарози із бурякової стружки, що передбачає:

- знецукрення бурякової стружки в дифузійному апараті до вмісту сахарози 0,8-1,0 % або 1,2-2,0 % відповідно при пресуванні жому до масової частки сухих речовин 16-18 % і 19-25 %;
- пресування жому з поверненням на дифузію жомопресової води, попередньо очищеної з використанням сульфату алюмінію;
- за такого способу жомові преси використовуються як заключна стадія вилучення сахарози із жому механічним методом.

Промислові дослідження даного способу показали, що він забезпечує:

- підвищення чистоти дифузійного соку на 0,8-1,2 % та очищеного соку на 0,5-0,7 % (у разі очищення жомопресової води з використанням сульфату алюмінію чистота дифузійного соку підвищується на 1,5-2,5 %);
- зменшення величини відбору дифузійного соку до 100-105 % до маси буряків;
- підвищення продуктивності дифузійної установки на 20-30% [19].

Гусятинським М.В. було удосконалено дифузійно-пресової технології вилучення цукрози з бурякової стружки.

Було визначено що оптимальним режимом роботи дифузійної установки, з погляду техніко-економічних показників, є пресування жому до масової частки сухих речовин 20...25% і вище з обов'язковим поверненням жомопресової води.

Було встановлено, що масова частка цукрози в жомі на виході з дифузійного апарата має становити 0,8-1 % при пресуванні жому до масової частки сухих речовин 16-18 % та 1,2-2,0 % – при пресуванні до 18-25 % сухих речовин. Збільшення залишкового вмісту цукрози у стружці перед пресуванням до 0,8-1,5 %

сприяє підвищенню ефекту очищення соку в процесі екстрагування на 4-6 % і відповідно чистоти дифузійного соку на 0,8-1,0 %.

Повернення хімічно очищеної жомопресової води при дифузійно-пресовому способі вилучення цукрози з дотриманням оптимальних значень масової частки 1-2 % цукрози у жомі на виході з дифузійного апарата, сприяє підвищенню ефекту очищення соку в процесі екстрагування на 8–14 % за рахунок покращення чистоти дифузійного соку на 1,5-2,5 од [21].

1.3.3 Підготовка живильної води

Живильна вода – екстрагент значно впливає на якість дифузійного соку. Всі складові живильної води будуть знаходитися в дифузійному соку. Склад живильної води визначається її походженням. По походженню живильну воду розрізняють: жомопресова, конденсат сокової пари та барометрична. При виборі виду живильної води для дифузійної установки окрім її складу, що впливає на якість дифузійного соку, враховується необхідність збереження довкілля шляхом зменшення споживання заводом свіжої води та зменшення кількості стічної соди. Цьому сприяє створення замкненого циклу водоспоживання дифузійної установки з поверненням жомопресової води та конденсату зvipарної установки.

Спосіб обробки жомопресової води defeкоcатурацією. Цей спосіб передбачає попереднє охолодження жомопресової води до температури 46°C і нижче, проведення одночасної defeкоcатурації води до рН від 8,6 до 10,2 з організацією циркуляції в кількості не менше 350%, відстоювання і закиснення відстояної води сірчистим газом до рН від 5,0 до 7,2, вода після одночасної defeкоcатурації підігрівається перед відстоюванням до температури від 68°C до 82°C. Це дозволяє забезпечити проведення лужного розкладу органічних азотистих та пектинових речовин в воді, що очищається після defeкоcатурації з зменшенням вмісту в воді після відстоювання азотистих речовин з 1,84 до 0,12 до маси води або в 15 разів, та зменшення вмісту пектинових речовин з 6,31% до 1,78% від маси води або в 3,6 рази.

Технологічна схема обробки жомотресової води за таким способом складається із слідуєчих компонентів: 1 - жомотрес, 2 - пульполовущка (дугове сито), 3 - теплообмінник, 4 - дефекатор, 5 - сатуратор, 6 - підігрівач, 7 - відстійник, 8 - сульфітатор, 9 - підігрівач [21].

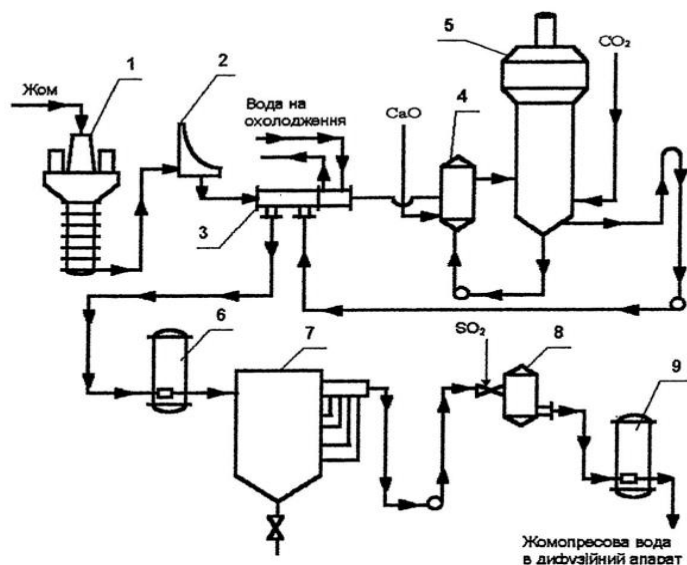


Рисунок 1.1 Технологічна схема очищення жомотресової води

Коагуляційне очищення жомотресової води гелем алюмінію. Авторами статті досліджено можливість використання очищення жомотресової води гелем алюмінію.

Для одержання наночастинок алюмінію використовували метод, що базується на інкапсуляції металевих частинок у хімічно інертне середовище шляхом випаровування металу та солі (галогенідів лужних металів) в замкнутому об'ємі та сумісної конденсації їхніх парових фаз на металеву підкладку.

Гель алюмінію отримували шляхом диспергування інкапсульованогонаноалюмінію в системі поліетиленгліколь-вода при постійному нагріванні до температури 60...80 °С. Для запобігання агломерації колоїдної системи на останній стадії застосовували швидке охолодження до кімнатної температури [22]. Такий підхід дозволив одержати колоїдний розчин високої в'язкості.

Максимальний ефект очищення жомопресової води на рівні 11 %, становить 55...60 °С. Подальше підвищення температури призводить до зниження ефективності процесу коагуляції, що, можливо, пов'язано зі зменшенням активності коагулянту при вищих температурах або з температурним гідролізом білкових та пектинових речовин і неможливістю продуктів гідролізу до коагуляції. Для досягнення максимального ефекту очищення достатньо тривалості оброблення 10 - 15 хв, при цьому вміст білкових речовин зменшується на 50 %, а вміст пектинових речовин — більш ніж на 70 %.

Це дає змогу повертати таку воду в дифузійний апарат і забезпечити оптимальний перебіг процесу екстрагування сахарози з бурякової стружки. Однак для більш детального дослідження параметрів процесу оброблення необхідно встановити раціональний режим перемішування жомопресової води та коагулянту на основі гелю алюмінію, а також раціональні межі рН, при яких спостерігається оптимум коагуляції білкових і пектинових речовин жомопресової води [23].

Застосування електрохімічноактивованих розчинів у технологічному процесі отримання соку. Науковцями Ткаченко С.В. та співавторами було розроблено спосіб застосування аноліту з рН 2,0...3,5, отриманого на розчині хлориду натрію, як бактерицидної речовини, і аноліту з рН 6,2...6,6, отриманого шляхом оброблення розчину сульфату амонію у якості екстрагенту. Даний спосіб забезпечує підвищення чистоти та ефекту очищення соку, а також покращує умови екстракції цукрози із бурякової стружки. Але використання аноліту із таким низьким значенням показника рН 2,0...3,5 призводить до часткового розкладу цукрози і знову ж таки до підвищеного вмісту лужноземельних металів у дифузійному соку. На першому етапі роботи досліджували бактерицидні властивості католіту і аноліту. Дифузійний сік отримували в наближенні до виробничих умов шляхом екстракції бурякової стружки за температури 72...75 °С протягом 80 хв за постійного перемішування. Співвідношення екстрагенту і бурякової стружки 1:1 відповідно. Електрохімічноактивовану воду одержували в електролізері, наданому нам українсько-німецьким центром «РЕДОКС», шляхом обробки водопровідної води.

В експерименті використовували буряк з характеристиками клітинного соку: Цк=17,82%, СР=20,2%, Ч=88,2%. В якості екстрагенту в дослідженні використовували розчини аноліту на водопровідній воді. В ході експерименту визначали показник рН20, СР, Цк, Ч, кількість нецукрів (НЦ), ОВП, питому електропровідність, стабільність показника рН20 дифузійного соку на першу і п'яту добу.

Отримані дані експериментальних досліджень підтверджуються результатами мікробіологічного посіву. Ефективну бактерицидну дію на мікрофлору дифузійного соку здійснює 50% розчин аноліту. Оскільки аноліт покращує умови переходу цукрози у розчин та створює передумови для скорочення часу екстрагування у сучасних дифузійних апаратах. Таким чином, аноліт є ефективним дезінфектантом з тривалим бактеріодинамічним ефектом і є перспективним для застосування в технологічному процесі цукрового виробництва, а саме в процесі екстрагування цукрози. Час релаксації аноліту при екстрагуванні складає 96 хв, цього часу цілком достатньо для проходження екстракції у дифузійному апараті [24].

1.4. Мікробіологічні процеси та способи дезінфекції в процесі екстрагування

1.4.1 Втрати цукрози від розкладання в процесі екстрагування

Для досягнення високих економічних показників і виробництва білого цукру відповідно вимог ДСТУ необхідно приділяти велику увагу забезпеченню належних технологічних показників мікробіологічного забруднення коренеплодів [25].

Втрати сахарози від розкладання при переробленні цукрових буряків на вітчизняних підприємствах становлять 0,44—1,5 % до маси буряків. У процесі екстрагування втрати сахарози внаслідок життєдіяльності мікроорганізмів складають 0,06—0,1 % до маси буряків, а при несприятливих умовах зростають до 0,3 % та вище, тому проблемі зменшення негативного впливу мікрофлори і втрат сахарози від розкладання необхідно приділяти постійну увагу [26]. За

мікробіологічними показниками цукр-пісок повинен відповідати вимогам ДСТУ 4623:2023 (табл. 1.3).

Таблиця 1.3. Мікробіологічні показники якості продуктів цукрового виробництва

Назва показника	Показник
Кількість мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів, КУО в 1 г, не більше ніж	1,0 x 10 ³
Плісеневі гриби, КУО в 1 г, не більше ніж	1,0 x 10
Дріжджі, КУО в 1 г, не більше ніж	1,0 x 10
Бактерії групи кишкових паличок (коліформи) в 1 г	Не допускають
Патогенні мікроорганізми, в тому числі бактерії роду <i>Salmonella</i> , в 25 г	Не допускають

1.4.2 Вплив мікробіологічних процесів на якість соку та напівпродуктів

Перероблення підморожених і відталих цукрових буряків супроводжується накопиченням у них інвертного цукру, зокрема глюкози та фруктози. Причиною для цього є процес гідролізу вуглеводів. Внаслідок коливань температури буряки втрачають пружність, стінки тканин стають м'якими. На пошкоджених буряках інтенсифікується діяльність мікроорганізмів. У цукровій галузі шкідливі мікроорганізми потрапляють у виробництво з сировиною, водою, не відмитим ґрунтом та повітрям. За неналежних умов зберігання сировини починається бурхливий розвиток мікроорганізмів, що призводить до втрати цукру. Мікрофлора сировини у цукровому виробництві зумовлена спороутворюючими і неспороутворюючими бактеріями, а також мікроміцетами. Переробка на виробництві такої сировини є ускладненою та призводить до неритмічної роботи цукрового заводу, технологічних процесів та до корозії металу технологічного обладнання. Суттєво знижується вихід цукру та його якість [27]

Авторами статті [28] було вивчено технологічні показники бурякового соку з коренеплодів, уражених окремими видами збудників кагатної гнилі. Результати дослідження представлені у табл.

Таблиця 1.4. Технологічні показники буряків та бурякового соку при ураженні міксоміцетами Botrytis, Mucor, Rhizopus, Fusarium, Penicillium

Показники	Збудники кагатної гнилі			
	Botrytis	Mucor Rhizopus	Fusarium	Penicillium
Масова частка сухих речовин, %	16,2	17,4	14,4	14,0
Масова частка сахарози, %	-3,2	-4,9	-3,6	-0,2
pH ₂₀ бурякового соку	4,3	3,6	4,5	3,7
Масова частка у соку:				
ВМС, % на 100 г СР	11,84	10,63	7,04	9,93
пектинових речовин, % на 100 г СР	8,5	9,3	5,6	8,7
білків, % на 100 г СР	1,02	0,41	0,49	0,31
α-амінного азоту мг/см ³	0,122	0,11	0,14	0,133
нітритів мг/л	6,9	9,14	19,95	4,5
молочної кислоти мг/100 см ³	14,6	12,8	26,3	21,2
Загальна кислотність, мг/100 г СР соку	5377	11090	4650	9765

Автори аналізуючи отримані дані зробили висновки, що існують відмінності у характері хімічних перетворень при мікробіологічних ураженнях, спричинених різними збудниками.

1.4.3 Методи запобігання розвитку мікробіологічних процесів у виробництві цукру

Інтенсивність перебігу мікробіологічних процесів у дифузійній установці залежить від ряду факторів, а саме:

- якості відмивання цукрових буряків;
- наявності коренеплодів, уражених кагатною гниллю чи слизистим бактеріозом;
- мікробіологічної забрудненості стружки, живильної води; температурного режиму процесу екстрагування;
- завантаженості апарату тощо.

З метою зменшення втрат сахарози від мікробіологічного розкладання доцільним є застосування дезінфекційних засобів на різних ділянках виробництва, зокрема: під час закладання цукрових буряків у кагати, ополіскування коренеплодів

після мийки, для обробки сокостружкової суміші у дифузійному апараті, живильної води тощо.

Слід зазначити, що дезінфектанти, які використовуються в цукровій галузі, повинні відповідати певним вимогам щодо ефективності, класу токсичності, корозійної дії, екологічної безпечності. Важливою умовою застосування дезінфектанту є відсутність негативного впливу на якість одержуваного дифузійного та очищеного соків та продуктів виробництва. У бурякоцукровому виробництві основним дезінфектантом, який тривалий час застосовувався для пригнічення мікробіологічних процесів, був і залишається формалін. Проте цей засіб досить токсичний (2 клас небезпеки), леткий, корозійно активний, екологічно небезпечний, заборонений до використання у харчовій промисловості країн ЄС. До того ж, засіб негативно впливає на технологічні показники продуктів – підвищує вміст солей кальцію та забарвленість соків та сиропів, знижує чистоту очищених продуктів, збільшує вміст сахарози в мелясі. Окрім формаліну, в цукровому виробництві використовуються сполуки хлору, йоду, сірки, дитіокарбамати, четвертинні сполуки амонієвих основ та інші [29].

У виробничий сезон 2013 року на Глобинському цукровому заводі проведено промислові дослідження ефективності застосування дезінфекційного засобу «Жавель-Клейд» (виробник – фірма «SocieteNouvelleClade», Франція; висновок державної санепідекспертизи №05.03.02-03/19943 від 04.03.2011 р., виданий МОЗ України).

Було визначено що витрати засобу «Жавель-Клейд» для дезінфекції в процесі екстрагування сахарози з бурякової стружки складає 0,0001-0,0002% до маси буряків, що у 100 разів менше порівняно з рекомендованою витратою формаліну. Застосування засобу «Жавель-Клейд» не потребує особливих змін технологічної схеми надходження дезінфектанту, що дозволяє, з деякими уточненнями, використовувати існуючу схему обробки формаліном.

під час досліджень, проведених випробувальним центром Інституту екогігієни і токсикології ім. Л.І. Медведя (Протокол випробувань №3 від 24.03.2009 р.), не виявлено залишків активного хлору та ізоціанурової кислоти у продуктах

виробництва (цукрі, патоці та жомі) при нормах витрати засобу «Жавель-Клейд» на відповідних стадіях технологічного процесу виробництва цукру: бурякомийка – 0,3 кг на 100 тон буряків; зрошення після бурякомийки – 0,2 кг на 100 тон буряків; дифузійний апарат – 0,2 кг на 100 тон буряків; збірник жомопресової води – 0,02 кг на 100 тон буряків; збірник ставкової води – 0,01 кг на 100 тон буряків; збірник транспортерно-мийної води після освітлення – 0,6 кг на 100 тон буряків [30]

На ряді зарубіжних виробництв альтернативою токсичним біоцидним препаратам є використання природних антимікробних засобів, зокрема препаратів на основі β -хмелевих кислот, які мають чітко виражену дезінфікуючу дію щодо основних контамінантів виробництва цукру, не спричиняють шкідливого впливу на людину, розкладаються в навколишньому середовищі.

Дезінфекційний засіб на основі β -кислот хмелю «Бетастаб» вперше був використаний під назвою «Baseextract» в емульгованому вигляді і містив близько 50% β -кислоти, яка є найменш розчинною, але найбільш ефективною серед інших кислот хмелю. Пізніше β -кислоти для більшої ефективності було запропоновано використовувати як лужні розчини. В такому складі вони використовуються і зараз як препарат «Бетастаб» або «BetaStab 10A».

Препарат «Бетастаб» порівнювали з іншими дезінфектантами: Нобак (основна діюча речовина цитросайд) — 0,0004 та 0,0008%, Санітарін (дихлорізоціанурова кислота) — 0,0004 та 0,0008%, Гембар (полігексаметіленгуанідин) — 0,0006 та 0,0012%. Ефективність дії дезінфектантів представлені на рис.

В результаті проведених досліджень [31] було встановлено, що дезінфікуючий засіб «Бетастаб» має високу бактерицидну дію щодо більшості контамінантів цукрового виробництва, а також ефективно знезаражує дифузійний сік за витрат 0,025—0,05%.

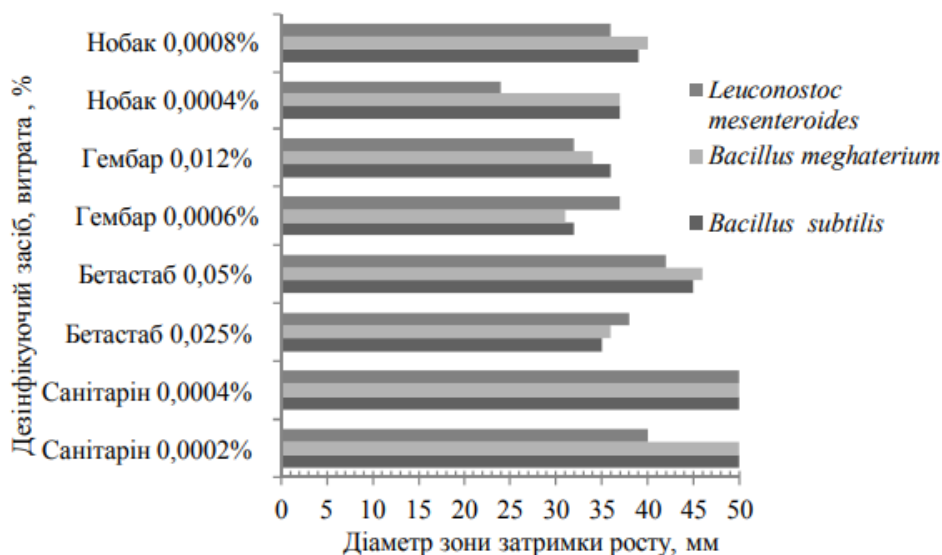


Рисунок 1.2. Ефективність дії дезінфікуючих засобів щодо чистих культур мікроорганізмів

Порівняння отриманих дослідних даних вказує на високий бактерицидний ефект засобу на основі натрієвої солі дихлоризоціанурової кислоти «Санітаріну» за витрат 0,0002%.

Дезінфікуючий засіб з пролонгованою дією «Гембар» характеризувався високою ефективністю щодо досліджуваних культур мікроорганізмів, про що свідчила наявність чітких зон затримки росту, на яких не спостерігалось явище вторинного росту культур навіть на сьому добу досліджень, однак за обраних витрат даний препарат виявився менш ефективним порівняно із засобами «Санітарін» і «Бетастаб». Засіб «Нобак» при його використанні в концентрації 0,0004—0,0008% виявляв достатню дезінфікуючу дію щодо обраних контамінантів: високочутливими до нього виявились бактерії роду *Bacillus*, менш чутливими — *Leuconostoc mesenteroides*.

Були проведені дослідження [31] щодо ефективності застосування методів озонування та адсорбційного очищення цеолітом. Така обробка сприяла одержанню соків високої технологічної якості з покращеними фільтраційно-седиментаційними властивостями осаду за рахунок осадження та адсорбції на поверхні цеоліту-клинотилоліту більшої кількості нецукрів дифузійного соку, зокрема

високомолекулярних сполук, в тому числі декстрану. Наслідком було: по-перше, зменшення забарвленості та підвищення чистоти очищеного соку за рахунок підвищення стійкості осаду нецукрів в умовах основної дефекації; по-друге, покращення фільтраційно-седиментаційних властивостей осаду, що надзвичайно актуально у разі перероблення буряків погіршеної якості, з підвищеним вмістом декстрину.

Висновки до розділу 1

З аналізу літературних джерел можемо зробити висновки що впровадження дифузійно-пресовий метод вилучення сахарози з бурякової стружки збільшить вихід цукру. Для цього екстрагування сахарози проводять до вмісту цукру на виході з дифузійного апарату 1,0-1,5% до маси буряків з послідовним пресуванням жому і поверненням жомопресової води. Це надасть змогу зменшити відкачку дифузійного соку, підвищити його чистоту, що веде до збільшення виходу цукру на 0,2% до маси буряків.

Для зменшення втрат сахарози від розкладання та запобіганню розвитку мікробіологічних процесів у бурякопереробному відділенні потрібно додавати дезінфектанти.

2. ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Об'єктом дослідження є технологія цукру з цукрових буряків.

Предметом дослідження є дифузійно-пресовий спосіб вилучення сахарози; якість дифузійного соку; якість цукру; втрати сахарози від мікробіологічного розкладання.

2.1. Методика визначення масової частки м'якоті в цукрових буряках

Прилади, лабораторний посуд, реактиви

Вакуум-насос, технічні ваги, сушильна шафа, колба для фільтрування під розрідженням, секундомір, нейзільберова чашка, склянка місткістю 400 см³, серветка зі щільної тканини, фільтрувальний папір, етиловий спирт 96%-й.

Хід визначення

У склянку з позначкою 400 мм переводять 5 г бурякової кашки, доливають до позначки кип'яченою дистильованою водою і залишають у спокої на 2 хв, потім відсмоктують воду за допомогою колби для фільтрування під розрідженням, боковий тубус якої приєднаний до вакуум-насоса. Через пробку колби проходить скляна трубка, з'єднана гумовим шлангом з відсмоктувальною лійкою. Лійку затягують щільною тканиною.

Для відсмоктування води занурюють трубку з лійкою в склянку з буряковою кашкою і вмикають вакуум-насос. Залишки води із дна склянки видаляють, обережно притискаючи лійку до кашки. Кашку, що пристала до тканини, змивають у склянку пі час наступного додавання кип'яченої води. Таке знецукрення проводять чотири рази.

Після останнього знецукрення воду не відсмоктують, фільтрують із м'якоттю через попередньо висушений і зважений паперовий фільтр. М'якоть на фільтрі промивають 10 см³ спирту і висушують при температурі 100-105 °С до сталої маси.

Опрацювання результатів

Вміст м'якоті, % до маси цукрових буряків, розраховують за формуло

$$M_{ц.б} = \frac{m \cdot 100}{5} = 20m,$$

де m – маса м'якоті, г; 5 – наважка бурякової кашки, г.

2.2. Методика визначення втрат цукру в транспортерно-мийній воді

Проби ТМВ для дослідження відбирають згідротранспортера перед водовідділювачем в мийному відділенні і оборотну воду з гідрантів при подачі в завод один раз в зміну. В пробі Визначають: Цк, рН, Т°С.

Визначення втрат цукру в ТМВ

Важливо, перед визначенням транспортерно-мийну воду необхідно профільтрувати через паперовий фільтр.

Пробу відфільтрованої води зливають в колбу ємністю 100-110 см³ до першої мітки, видаляють піну 1-2 краплями ефіру і додають 0,5- 1 см³ свинцевого оцту, доливають дистильованою водою до мітки 110 см³ збовтують, фільтрують і поляризують в автоматичному цукриметрі «PROPOL».

Вміст цукру відповідно до показів поляриметра знаходять по таблиці.

Визначення рН ТМВ

Вимірювання рН виконують лабораторним рН-метром, попередньо охолодивши досліджувану воду до температури 20 °С кожну годину.

2.3. Методика визначення масової частки цукрози у пресованому жомі

Прилади, лабораторний посуд, реактиви

Подрібнювач тканини типу РТС-2М або Ш1-ПРС, посудини для холодної і гарячої водної дигестії, технічні ваги, цукриметр автоматичний, поляриметричні кювети з робочою довжиною 200 або 400 мм, піпетка місткістю 178,2 см³, ефір, свинцевий оцет, оцтова кислота 1:1, склянка для фільтрування, серветка з фільтрувальної тканини, фільтрувальний папір, калька.

Хід визначення

Відбір проб. Пресований жом відбирають кожні три години (чотири рази в зміну) в кількості близько 1,5-2,0 кг зі стрічкового конвеєра після останнього жомового преса.

Вміст цукрози визначають у середній, старанно перемішаній пробі пресованого жому, зібраний протягом 2 год методом холодної або гарячої водної дигестії. Середню пробу пресованого жому зберігають у скляній посудині з притертою пробкою.(вміст цукрози в пресованому жомі ЖЦЗ проводить методом гарячої водної дигестії).

Метод холодної водної дигестії проводять за методикою, використовуваною для визначення вмісту цукрози у буряковій стружці за допомогою подрібнювачів тканини буряків типу РТС-2М або Ш1-ПРС.

Метод гарячої водної дигестії виконують за методикою, використовуваною для визначення вмісту цукрози в буряковій стружці, тільки для аналізу беруть 59,2 г подрібненого пресованого жому і додають 178,2 см³ розбавленого розчину оцтовокислого свинцю.

Вимірюючи значення поляризації автоматичним цукрометром , збовтують, фільтрують, і виливають фільтрат в автоматичний поляриметр «PROPOL», вміст цукру, відповідають показам поляриметра.

Отриманий фільтрат обережно заливають у воронку автоматичного поляриметра. Показник поляриметра дає вміст цукру в пресованому жомі,% до його маси.

Наважку 59,2 г беруть виходячи з таких передумов. Якщо взяти дві нормальні наважки по 52 г подрібненого жому і дві порції по 178,2 см³ розбавленого розчину ацетату свинцю, то дигестійна посудина об'ємом 420 см³ буде майже повна, що може призвести до похибки під час проведення гарячого водного дигерування. Якщо ж брати одну нормальну наважку - 26 г подрібненого жому та 178,2 см³ розбавленого розчину ацетата свинцю, то збільшується похибка визначень, оскільки показання обертальної здатності цукрози мале.

Для зниження похибки визначення краще брати дві нормальні наважки подрібненого жому, оскільки до них додається тільки одна порція розбавленого розчину ацетату свинцю – $178,2 \text{ см}^3$, тоді загальний об'єм рідини буде більше 200 см^3 .

Визначаючи вміст цукрози у буряках, до нормальної наважки 26 г , яка містить $21,8 \text{ см}^3$ соку, додають $178,2 \text{ см}^3$ розчину ацетату свинцю, щоб загальний об'єм рідини становить 200 см^3 . В даному разі, якщо прийняти, що в наважці жому 26 г був $21,8 \text{ см}^3$ соку, до неї потрібно додати для доведення загального об'єму до 100 см^3 $100 - 21,8 = 78,2 \text{ см}^3$ води, а для двох нормальних наважок 52 г – відповідно $156,4 \text{ см}^3$. Але піпетка, якою ми користуємось, має об'єм $178,2 \text{ см}^3$, тому для отримання розчину тієї ж концентрації потрібно взяти наважку жому $52 \cdot 178,2 / 156,4 = 59,2 \text{ г}$.

Слід зазначити, що цей розрахунок є приблизним, оскільки кількість соку в нормальній наважці пресованого жому (в даному розрахунку $21,8 \text{ см}^3$) залежить від вмісту м'якоті в буряках і, що особливо важливо, від того, до якого кінцевого вмісту СР пресується жом. Звичайно, що в разі пресування жому до вищого вмісту СР в ньому зменшиться кількість соку в нормальній наважці, тому розрахункова наважка пресованого жому у разі додавання тієї самої кількості розчину ацетату свинцю ($178,2 \text{ см}^3$) має зменшитись. Проте оскільки пов'язана з цим похибка не перевищує допустимої інструментальної похибки визначення вмісту цукрози в жомі, наважку залежно від вмісту СР у пресованому жомі не перераховують.

2.4. Методика визначення масової частки цукрози у сирому жомі

Прилади, лабораторний посуд, реактиви

Лабораторний прес, м'ясорубка, подрібнювач тканин РТС-2М або Ш1-ПРС, , технічні ваги, цукрометр автоматичний PROPOL, відро, колба з двома позначками 50 і 55 см^3 , євратил 96%(для погашення піни) , свинцевий оцет, серветка з фільтрувальної тканини, фільтрувальний папір, калька.

Хід визначення

Спосіб віджимання жому. Пробу жому старанно перемішують у відрі й подрібнюють спеціальним подрібнювачем або м'ясорубкою. Одержану кашку загортають у чисту суху серветку з фільтрувальної тканини і віджимають під лабораторним пресом. Подрібнюють таку кількість жому, щоб одержати приблизно 150 см³ віджатого жому.

Наливають 50 см³ віджатого соку жому до першої позначки в колбу з позначками 50 і 55 см³. За наявності піни її знищують однією – двома краплями ефіру, додають 1-2 см³ свинцевого оцту, доливають до другої позначки дистильованою водою, збовтують, фільтрують, і вимірюють цукрометром обертання площини поляризації. Вміст цукру, що відповідають показам цукрометра.

2.5. Визначення вмісту цукру в буряковій стружці по дигестії способом холодного водного дигерування.

Не перемішуючи стружку в відрі, з усього об'єму просічкою висікають 12-15 зразків, які виштовхують в спеціальну посудину і перемішують ,направляють на аналіз.

52 г стружки зважують на кальці розміром 13х13 см на лабораторних вагах і переносять в попередньо вимиту, висушену посудину подрібнювача тканини буряків. Листочок кальки розривають на дрібні частини і також поміщають в посудину. Потім з піпетки для вимірювання рідини при визначенні вмісту цукру в буряковій стружці в піпетку 178,2см³ добавляють два рази розчину свинцевого оцту.

Посудину встановлюють в гніздо подрібнювача , і вмикають на 4 хвилини. Вміст посудини фільтрують через паперовий фільтр. Лійка та стакан для фільтрації повинні бути сухими. Перші порції фільтрату зливають. Фільтрований розчин заливаєм в автоматичну поляриметричну кювету. Показник поляриметра

(подвоєний на 2) показує вміст цукру в буряковій стружці по дигестії, % до маси буряка.

2.6. Визначення вмісту цукру в буряковій стружці по дигестії способом гарячого водного дигерування

26г кашки зважують в дигестійному посуді. З піпетки для відмірювання рідини при визначенні вмісту цукру в буряковій стружці. прибавляють 178,2см³ розчину свинцевого оцту, закривають кришкою з гумовою прокладкою і тісно закручують. Добре взбовтують горизонтальними рухами, посуд ставлять в термостат або в водяну баню, нагріту до 75-80°С на 30хвилин.

Рівень води в бані повинен бути таким, щоб вся циліндрична частина дигестійного посуду знаходилась в воді.

За період знаходження в бані дигестійний посуд двічі взбовтують горизонтальними рухами. Потім посуд ставлять охолоджуватись в термостат – холодильник або баню з проточною водою при 20°С. Вміст фільтрують. Заливають в поляриметричну кювету .

Показник поляриметра (подвоєний на 2) показує вміст цукру в буряковій стружці по дигестії, % до маси буряка.

2.7. Методика визначення кислотності нормального та дифузійного соку

Визначається вміст сухих речовин нормального, дифузійного соків, соків різних зон дифузійного апарату, жомопресової води.

До 25 см³ цих продуктів, уміщених в хімічний стаканчики на 50 см³, з бюретки додають 0,1н. розчин гідроксиду натрію NaOH до досягнення рН₂₀= 8,2. кінець титрування визначають за допомогою рН- метра.

Розрахунок кислотності

На титрування 25см³ одного з вищезгаданих соків до рН₂₀ 8,2 використано «а» см³ 0,1Н розчину NaOH.

$$\frac{36 \cdot a \cdot 100}{\text{CP}} = \frac{36 \cdot a}{\text{CP}}$$

$$\frac{36 \cdot a \cdot 100}{\text{CP}} = \frac{36 \cdot a}{\text{CP}}$$

5 г бурякової кашки переводять в стакан з відміткою 400 см³. В стакан наливають до відмітки киплячу дистильовану воду і залишають на 2 хвилини у спокої. Потім за допомогою колби для фільтрування під вакуумом, боковий тубус якої приєднаний до системи розрідження, відсмоктують воду. Через пробку склянки проходить скляна трубка, з'єднана резиноюю трубою з відсмоктувальною лійкою. Лійку затягують цупкою тканиною, краще фланеллю.

Для відсмоктування води з стакану опускають трубку з лійкою в стакан з кашкою і включають розрідження. Зі стакана відсмоктують всю рідину. Обережно, притискуючи лійку до кашки, що знаходиться на дні стакану, видаляють залишки рідини. Кашку, що налипла на тканину, змивають в стакан при наступному заливанні киплячою водою. Таке знецукрення проводять 4 рази.

Після останнього знецукрення рідину не відсмоктують, а фільтрують разом з м'якоттю через попередньо висушений і зважений паперовий фільтр. М'якоть на фільтрі промивають невеликою кількістю спирту і висушують при 100-105° С до постійної маси. Вміст м'якоті виражають в процентах до маси шляхом множення отриманої кількості м'якоті на 20.

Визначають α -амінний азот у дигератах холодної та гарячої водної дигестії, які повинні бути прозорими і не мати забарвлення. В розчинах, отриманих при холодному дигеруванні, α -амінний азот визначають негайно, щоб уникнути можливого потемніння дигерату.

До 10 см³ дигерата додають із бюретки 14 см³ мідного реактиву, перемішують, визначають оптичну густину при довжині хвилі $\lambda=623$ нм в кюветі на 5 см.

Еталон порівняння: 10 см³ дистильованої води, перемішаної з 14 см³ змішаного реактиву.

По знайденій оптичній густині за робочими таблицями визначають кількість α -амінного азоту в необхідних одиницях. У разі роботи з кюветами довжиною 3 см знайдену оптичну густину необхідно помножити на 1,66.

2.10 Визначення вмісту редукувальних речовин

Наважку бурякової кашки 51,23 г поміщають в колбу ємністю 200 см³, освітлюють 8-10 см³ нейтрального розчину оцтовокислого свинцю, доливають до відмітки і поміщають в водяну баню на півгодини при температурі 75 °С. Після охолодження і доведення до відмітки фільтрують.

100 см³ фільтрату поміщають в колбу ємністю 200 см³ і, додавши 2-3 краплі розчину фенолфталеїну, видаляють надлишок свинцю 10%-ним розчином

Na₂CO₃ (до появи слабо-рожевого забарвлення). Потім доливають до відмітки водою, добре збовтують і фільтрують. З фільтрату відбирають 50 см³, які відповідають 6,5 г буряків, поміщають в конічну колбу на 300 см³, нейтралізують розбавленою оцтовою кислотою до знебарвлення фенолфталеїну, дистильованою водою доводять об'єм до 100 см³, добавляють 10 см³ реактива Мюллера і поміщають колбу на 10 хв в киплячу водяну баню.

Баня повинна мати такі розміри, і вода в ній повинна так кипіти, щоб кипіння не переривалося при поміщенні в неї колби. Колбу погружають в киплячу воду таким чином, щоб розчин, який знаходиться в ній, був на 2-3 см нижчий рівня води в бані. Колбу поміщають на підставку, щоб вона не торкалася дна бані. Після кип'ятіння розчин повинен мати блакитне або зеленувате забарвлення. В іншому разі аналіз вважається недійсним і його повторюють з меншою кількістю фільтрата (20, 10 см³ і т.д.).

Потім колбу охолоджують під струменем холодної води до кімнатної температури, не збовтуючи її вмісту, і додають 5 мл розчину оцтової кислоти, 20 см³ 0,0333 н розчину йоду (або більше, так, щоб він був в надлишку), перемішують обертальними рухами колби, закривають пробкою і витримують 2 хв. Потім додають 5 мл розчину крохмалю і відтитровують надлишком йоду 0,0333 н розчином гіпосульфіту.

Аналогічне титрування виконують з 50 см³ фільтрату без попереднього нагрівання – на холоді (глухий дослід).

Кількість витраченого гіпосульфіту віднімають від добавленої кількості йоду і таким чином визначають кількість йодного розчину, яка вступила в реакцію. З цієї кількості віднімають 0,2 см³ як поправку на відновлення, яке проводить 10 мл реактиву Мюллера, по 0,2 см³ на кожен грам присутньої в наважці сахарози, і кількість см³ йодного розчину, що пішла на глухий дослід.

Поправку на відновлення, яке проводить 10 см³ реактиву Мюллера, необхідно перевірити після його виготовлення один раз на глухому досліді, який проводиться так само, але на чистій воді.

Вміст редукувальних речовин визначають з розрахунку, що 1 см³ 0,0333 н йоду відповідає 1 мг редукувальних речовин [32-35].

2.11 Оцінка точності експериментів

Важливими характеристиками будь-яких експериментальних досліджень є їх точність, тривалість дослідів та їх кількість. Точність одержуваних результатів при визначенні усіх факторів, фіксованих в досліді, визначається як точністю використовуваних приладів і методик досліджень, так і способами обробки та узагальнення накопичених експериментальних даних.

У більшості приладів і методик, які ми використовували для визначення величин рН₂₀, чистоти, кольоровості, вмісту кислот, точність результатів вимірювання коливалася в межах не більше 4 %.

На повторюваність результатів вимірювань тих чи інших показників в технологічних дослідженнях значний вплив здійснює їх тривалість. В наших дослідженнях тривалість окремих дослідів визначалась виходячи з тривалості досліджуваного процесу у виробничих умовах.

Для математичного обробки результатів досліджень та вирішення задачі оптимізації використовували прикладні програми Excel та Mathcad. Під час математичного моделювання розраховували середньоквадратичну похибку (Додаток Б). Побудову графіків проводили за допомогою програми Excel.

Висновки до розділу 2

Дослідження проводили в лабораторії Жданівського цукрового заводу з використанням реальних продуктів виробництва. Промислові випробування проводили з використанням встановленого обладнання відповідно до технологічної схеми цукрового заводу.

Підібрано методики відповідно до діючих стандартів у галузі.

3. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ДИФУЗІЙНО-ПРЕСОВОГО ВИЛУЧЕННЯ ЦУКРОЗИ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ВИХОДУ ТА ЯКОСТІ ЦУКРУ

Важливим напрямком наукових досліджень в технології вилучення сахарози з цукрових буряків є підвищення ефективності технологічних процесів шляхом впровадження новітнього обладнання, методів інтенсифікації, регулювання оптимальних параметрів а також застосування фізико-хімічних методів обробки сировини, сокостружкової суміші, живильної води. Вилучення сахарози із бурякової стружки передбачає дві стадії процесу:

- перша стадія – екстрагування;
- друга стадія – механічне вилучення сахарози із жому шляхом пресування.

Метою технологічного процесу екстрагування сахарози з бурякової стружки є забезпечення високої якості дифузійного соку за умови найбільш раціонального ступеня знецукрення стружки та найменших її втрат від розкладання [36].

До факторів, що впливають на ефективність процесу екстрагування належать такі як:

- 1) якість цукрових буряків та бурякової стружки;
- 2) апаратурно-технологічне оснащення бурякопереробного відділення;
- 3) можливість оперативного регулювання оптимальних параметрів технологічного режиму.

Тому актуальних є проведення досліджень з метою уточнення окремих параметрів якості буряків та одержання дифузійного соку.

Дослідження проводили на базі ТОВ «Цукроагропром» філії «Жданівський цукровий завод» в сезон 2023-2024 та 2024-2025 рр.

3.1. Аналіз якості цукрових буряків за чистотою бурякового соку та вмістом α -амінного азоту

Технологічна якість дифузійного соку визначається вмістом сахарози, а також кількістю та характеристикою нецукрів.

Нами проведено аналіз показників якості цукрових буряків, зокрема визначали чистоту бурякового (клітинного), дифузійного і очищеного соків, кольоровість очищеного соку та сиропу, втрати цукру з мелясою (Додаток В).

Результати досліджень за період протягом вересня 2024 року наведено на рис. 3.1-3.3.

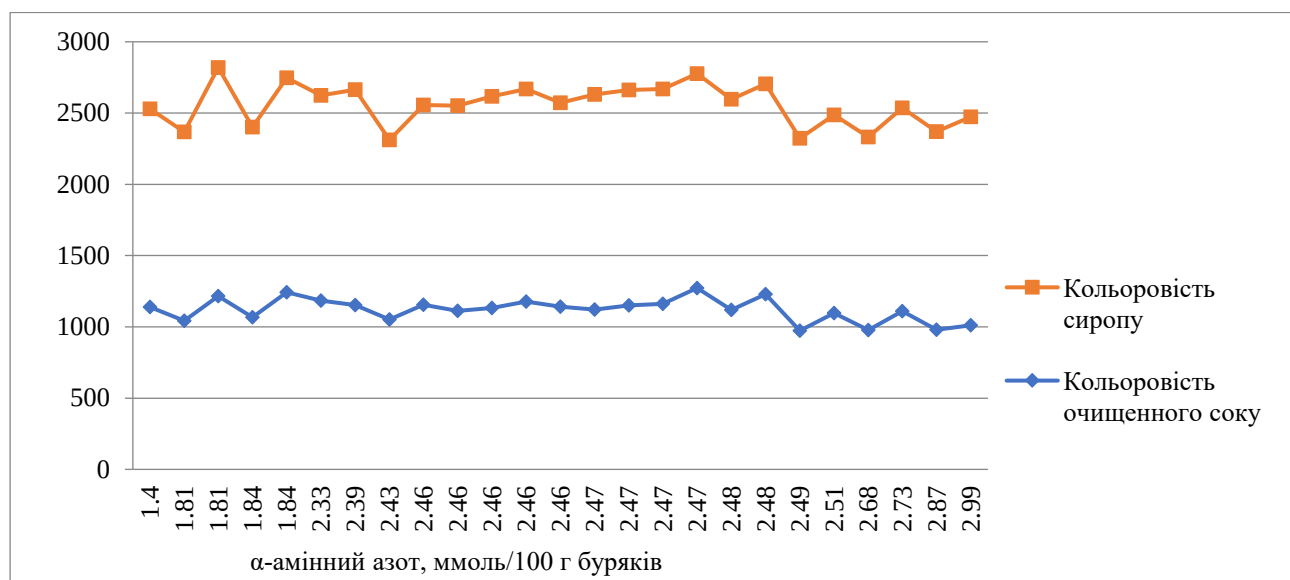


Рисунок 3.1. Залежність показників кольоровості очищеного соку і сиропу від вмісту α -амінного азоту

Аналіз залежностей (рис. 3.1) показав кореляційну залежність між кольоровістю сиропу та очищеного соку. Так, для значення вмісту α -амінного азоту 1,4 ммоль/100 г буряків кольоровість соку і сиропу становить відповідно – 1138, 1389,6. Для максимального значення вмісту α -амінного азоту 2,99 ммоль/100 г буряків становить 1011 % і 1462,9%.

В той же час слід відмітити, що в більшому ступені спостерігається залежність вплив чистоти дифузійного соку на показники якості очищеного соку

(рис. 3.2) та сиропу (рис. 3.3.), що відповідно описується математично рівняннями з високим ступенем достовірності апроксимації.

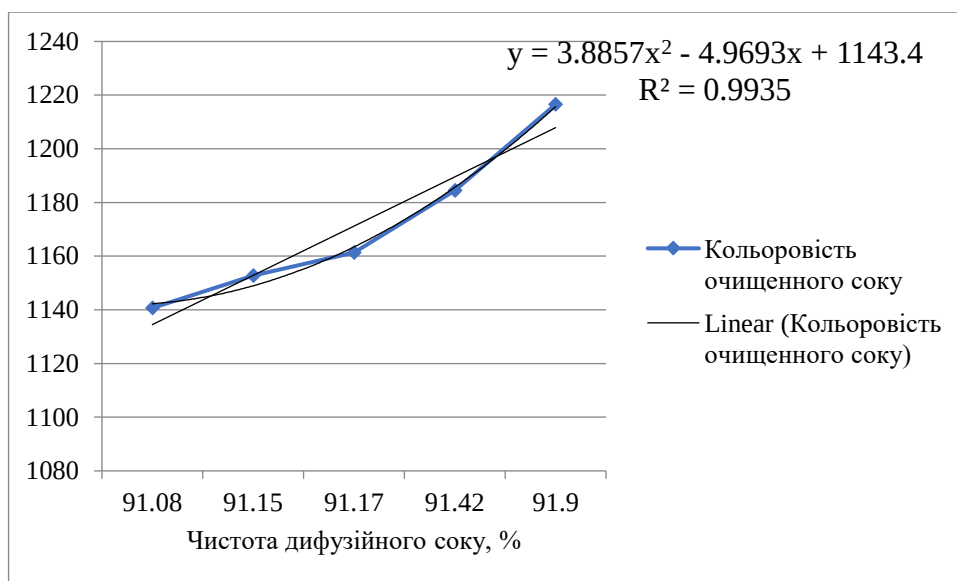


Рисунок 3.2.Залежність кольоровості очищеного соку від чистоти дифузійного соку

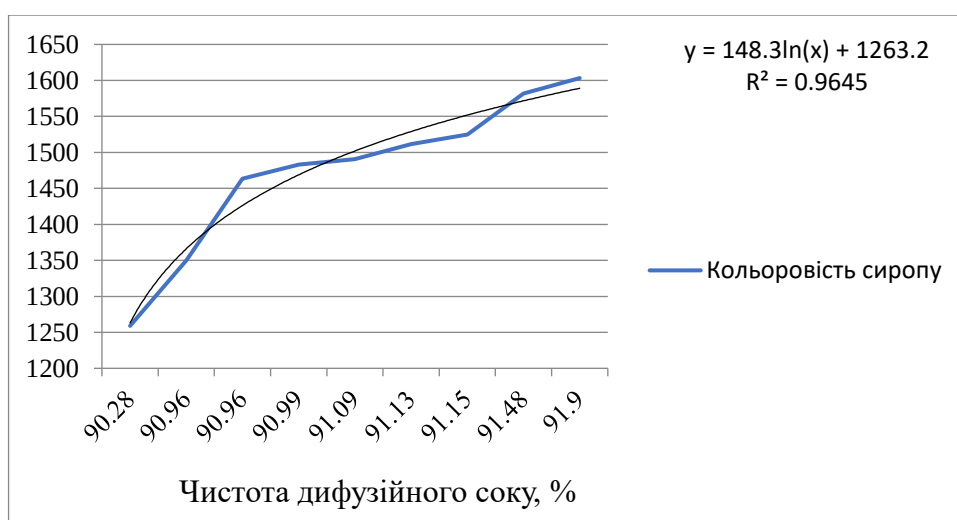


Рисунок 3.3.Залежність кольоровості сиропу від чистоти дифузійного соку

Таким чином, на основі проведено аналізу встановлено кореляційну залежність між чистотою дифузійного соку та відповідно показниками очищеного соку (чистота, кольоровість), кольоровістю сиропу.

Крім того, спостерігається залежність втрат сахарози з мелясою від чистоти дифузійного соку.

Отже, якість дифузійного соку є важливим показником, що визначає якість напівпродуктів виробництва та цукру, а також впливає на втрати сахарози з мелясою. Тому важливим завданням, що має як наукове, так і практичне значення є дослідження технологічного процесу вилучення сахарози з бурякової стружки.

3.2 Аналіз роботи колонної дифузійної установки з використанням дифузійно-пресового способу вилучення сахарози

Основними факторами, що впливають на процес екстрагування є температура, активна поверхня, різниця концентрацій та тривалість дифундування. Аналіз літературних джерел показав, що підвищення ефективності вилучення сахарози з бурякової стружки може бути досягнута шляхом застосування хімічних реагентів для обробки живильної води та бурякової стружки в процесі екстрагування [36].

Пресування жому забезпечує:

- зменшення величини втрат сахарози в жомі та повернення жомопресової води в екстракційну установку;
- зменшення величини витрат тепла на висушування жому;
- зменшення витрат на транспортування жому;
- забезпечення дифузійно-пресового способу вилучення сахарози з бурякової стружки [36].

Таким чином, напрямки подальших досліджень та інновацій при вилученні сахарози визначаються потребою у підвищенні ефективності процесу. покращенні технологічних показників якості одержуваного дифузійного соку та зменшенням втрат сахарози у виробництві.

Відомо, що бурякова стружка у процесі екстракції втрачає свою пружність. Міцність стружки залежить від модуля пружності бурякового кореня, величини деформованого шару на поверхні стружки, вмісту мезги, шлюбу та інших факторів.

Як було зазначено вище, швидке проведення теплової обробки бурякової тканини сприяє більш інтенсивному перебігу процесу екстракції цукру. Тому

цікавило вивчення спільного впливу теплового і хімічного на денатурацію бурякової клітини.

Методика досліджень полягала в наступному: буряковий корінь порізали на пластини однакової товщини ножом спеціальної конструкції. З пластин отримували стружку розміром 3х3 мм та довжиною 40 мм. Досліджувані зразки бурякової стружки піддавали обробці сульфатом алюмінію при 70 і 80°C. Для порівняння досліджували зразки бурякової стружки за тих же параметрів без обробки обробки коагулянтном. Прийняті параметри температур відповідають заводським умовам ведення процесу екстракції.

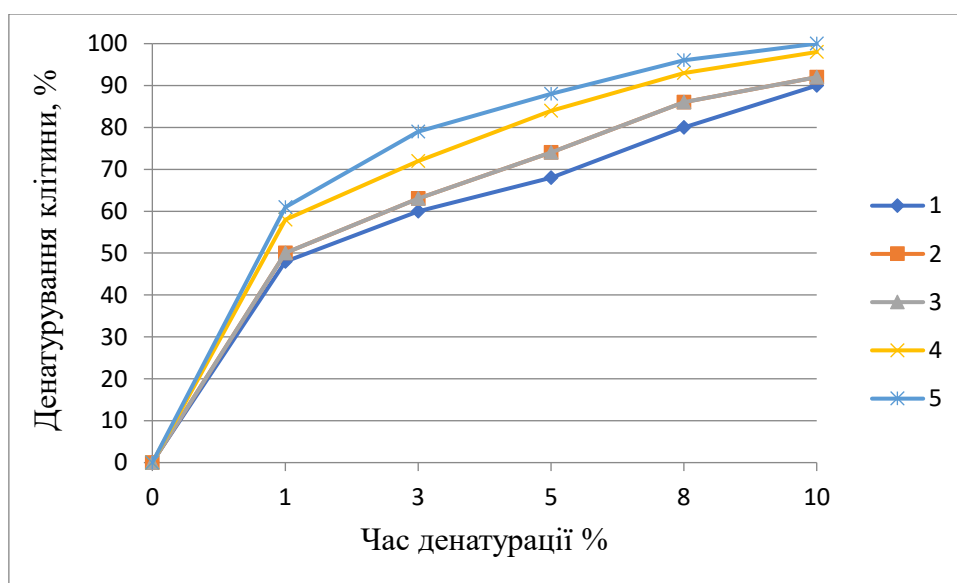


Рисунок 3.4. Залежність ступеня денатурації клітин буряка від часу, температури нагрівання та концентрації глинозему:

1 – бурякова стружка, оброблена при 70 °C; 2 - бурякова стружка, оброблена розчином глинозему концентрації 0,08% до маси буряків при 70°C; 3 - бурякова стружка, оброблена розчином глинозему концентрації 0,4% до маси буряків при 70°C; 4 - бурякова стружка, оброблена розчином глинозему концентрацією 0,4% до маси буряків при 80°C; 5 - бурякова стружка, оброблена при 60 °C

Так як проникність бурякової тканини залежить від інтенсивності обробки бурякової стружки, то дуже важливе значення має організація процесу у його початкових стадіях.

Нами проаналізовано ефективність роботи дифузійної установки. В табл. 3.1 наведено показники роботи дифузійної установки під час досліджень.

Таблиця 3.1. Показники роботи дифузійної установки під час досліджень

№	Показники	Значення
1	Норма погодинної переробки буряків Норма переробки буряків за добу	171 т/год. 4 100 т/добу
2	рН Транспортно-мийна вода	9.0-10,0
3	Ополіскування відмитих буряків перед бурякоелеватором розчином хлорного вапна	Постійно
4	Довжина 100 грам стружки, м	9-11
5	Вміст мезги та браку в стружці, %	Не більше 3
6	Фактор стружки	Не нижче 10,0
7	Гранично допустимі втрати цукру в жомі	Не більше 0,40% до маси буряків
8	Температура живильної води Температура середини колони Температура низу колони Температура жомопресової води Температура сокостружкової суміші Температура соку 300%	66 °С 72-74°С 76 °С 75 °С 76 °С 78 °С
9	рН живильної води	2-3 од.
10	Відкачка дифузійного соку	108 % до маси буряків
11	рН соку в дифузійному апараті	6,2-6,5
12	СР дифузійного соку на виробництво	17 %
13	Вміст пульпи в дифузійному соці	Не більше 1 л/дм ³
14	Вміст пульпи в жомопресовій воді	Не більше 1 л/дм ³

Для нормалізації процесу теплової обробки бурякової стружки необхідні такі умови:

- процес теплової обробки бурякової стружки необхідно проводити в протитоці, що забезпечує підвищення густини соку, що проходить через ошпарювач;
- зменшити відкачування дифузійного соку, так як підвищення її сприяє зниженню щільності соку, що надходить із ошпарювача на виробництво;
- забезпечити в ошпарювачі вилучення не менше 25% цукру зі стружки.

В іншому випадку додаткове навантаження по екстрагування отримає дифузійний

апарат, що відіб'ється на його продуктивності або на величині втрат цукру в знебарвленій стружці;

- забезпечити можливо швидке нагрівання бурякової стружки до температури денатурації білків протоплазми клітин з тим, щоб до мінімуму скоротити період попереднього нагрівання протягом якого не відбувається процес екстракції.

Таким чином, на основі проведених досліджень виявлено, що робота дифузійної установки відповідає зазначеним вимогам до роботи колонних дифузійних установок. В той же час, слід відмітити дещо підвищене значення відкачки соку порядку 108 %. Підвищення температурного режиму в нижній частині колони до 76 °С може негативно впливати на перехід пектинових речовин у сік.

Як показали попередні дослідження важливим критерієм якості, що пливає на технологічні показники напівпродуктів виробництва є чистота дифузійного соку, то наступним етапом дослідження було виявлення факторів, що впливають на цей показник.

На рис. 3.5 представлено залежність чистоти дифузійного соку від вмісту цукру у знецукреній стружці (жомі) на виході з дифузійного апарату перед стадією пресування.

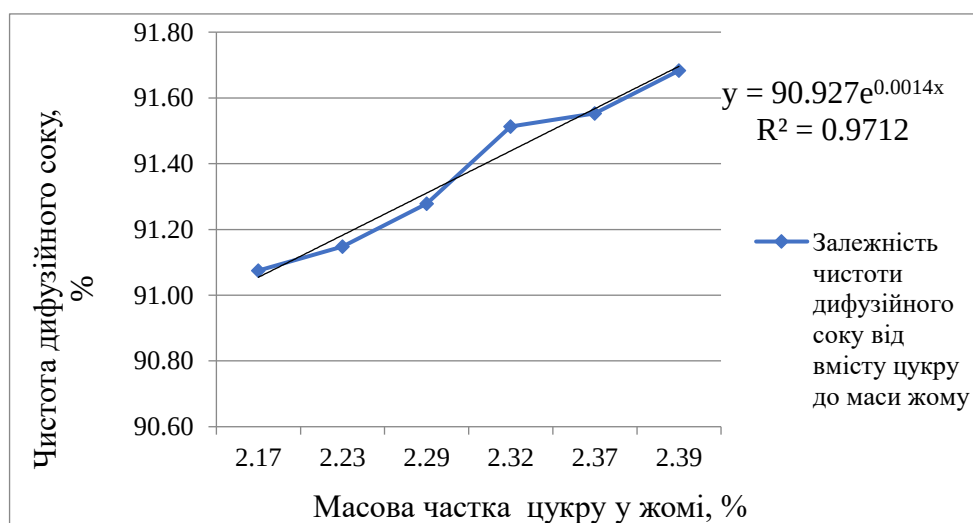


Рисунок 3.5. Залежність чистоти дифузійного соку від вмісту цукру у жомі за середнього значення чистоти бурякового соку 89,42 %

Як видно з рисунку 3.5 чим більший вміст залишкового цукру, тим вища чистота дифузійного соку. Для найменшого значення чистоти дифузійного соку 91,08 % відповідає вміст цукру – 2,17 %, для найбільшого значення чистоти дифузійного соку 92,09 % відповідає вміст цукру до маси жому – 2,69 %.

Отримана залежність чистоти дифузійного соку (y) від вмісту цукру у знецукреній стружці описується експоненціальним рівнянням:

$$y = 90,927e^{0,0014x}$$

де y – чистота дифузійного соку, %

x – масова частка цукру у жомі, %.

Аналогічна тенденція спостерігається відповідно до чистоти жомопресової води (рис. 3.6).

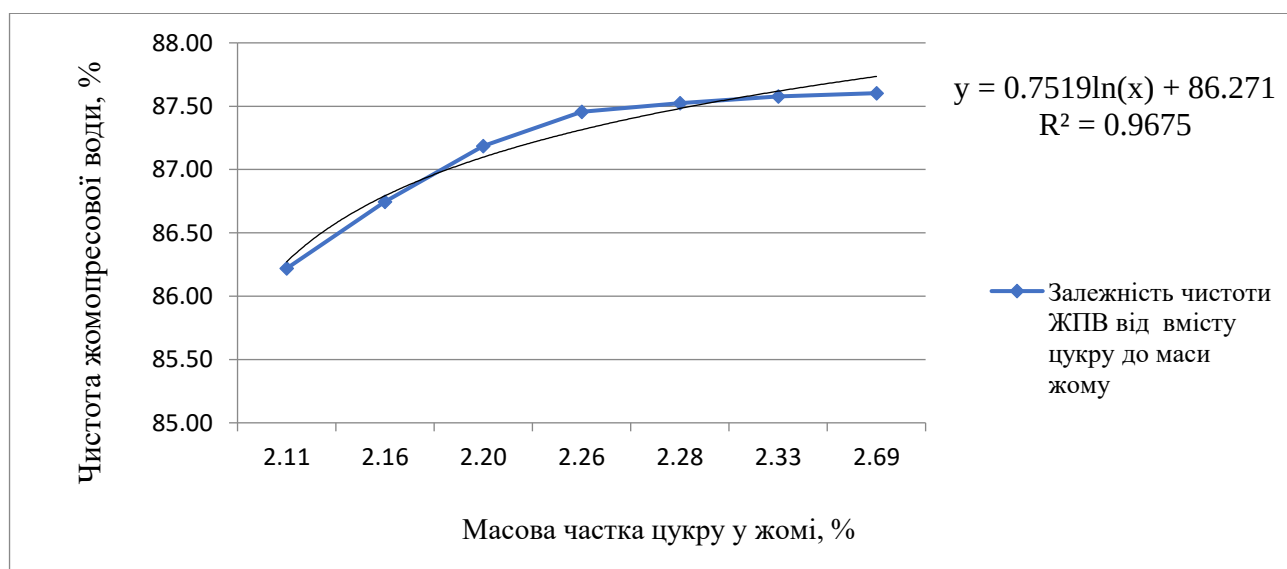


Рисунок 3.6. Залежність чистоти жомопресової води від вмісту цукру у жомі за середнього значення чистоти бурякового соку 89,42%

На рисунку представлено графік залежності чистоти жомопресової води від вмісту цукру до маси жому. Як видно, що для найбільшого значення чистоти жомопресової води 87,6% відповідає значення вмісту цукру до маси жому – 2,69%. Найменшому значенню - 86,22% відповідає значення вмісту цукру у жомі – 2,11%.

Отримана залежність чистоти жомопресової води від вмісту цукру до маси жому (y) описується логарифмічним рівнянням:

$$y = 0,7519\ln(x) + 86,271, \text{ де}$$

x – масова частка цукру у жомі, %

y – чистота жомотресової води, %.

Таким чином, на основі експериментальних досліджень показано, що більш ефективним способом вилучення сахарози з бурякової стружки є дифузійно-пресовий, що дозволяє проводити знецукрення у дифузійного апарату до більш високих значень залишкового вмісту цукру у жомі, що сприяє підвищенню чистоти одержаного дифузійного соку.

Відповідно стружка з залишковим вмістом цукру порядку 1,5-2,5 % підлягає пресуванню з поверненням жомотресової фракції у дифузійний процес. Для забезпечення нормативних втрат цукру важливо створити умови глибоко пресування жому до вмісту сухих речовин 28-30 %.

3.3. Застосування хімічних реагентів для інтенсифікації процесу пресування жому

Зв'язок води з м'якоттю жому можна розглядати як фізико-хімічний (адсорбційна та внутріклітинна вода) і фізико-механічний (капілярна і вода змочування). Під час пресування жому виділяється капілярна вода і вода змочування, що становить 80 % від загальної кількості вологи. Підвищення вмісту сухих речовин при пресуванні жому може бути досягнута шляхом застосування хімічних реагентів для обробки живильної води та бурякової стружки в процесі екстрагування, зокрема коагулянту сульфату алюмінію.

Сухі речовини визначали методом висушування на вагах-вологомірах марки МА 50/С/Р, вміст цукру у пресованому жомі визначали методом гарячої водної дигестії з використанням поляриметру Propol.

На рис. 3.7-3.8 наведено результати експериментальних досліджень щодо визначення кількості жомотресової води та віджатого жому при пресуванні жому до різного значення вмісту сухих речовин.

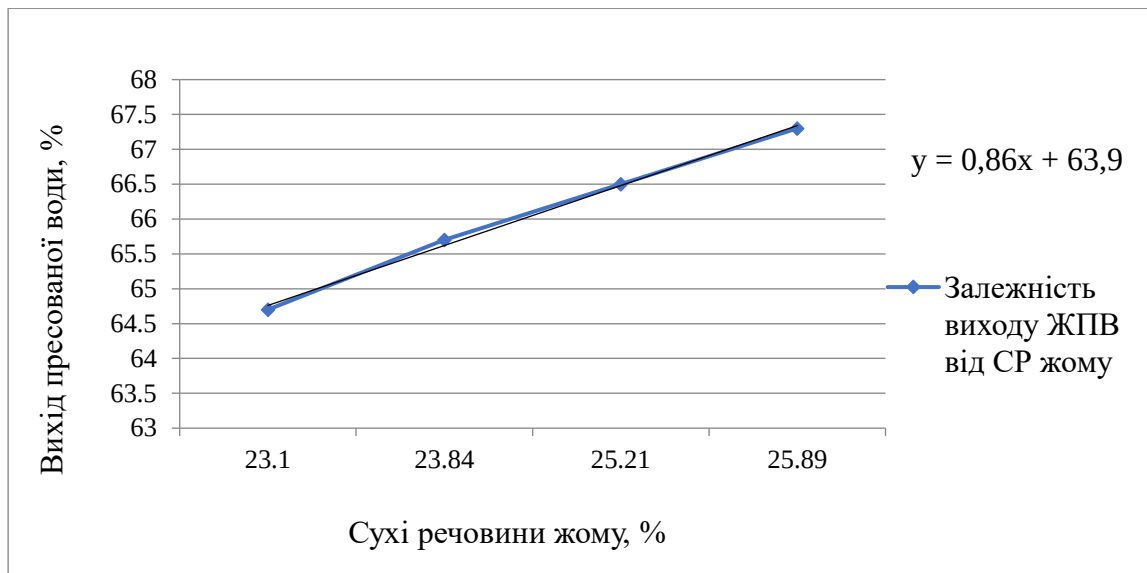


Рисунок 3.7. Залежність виходу жомопресованої води від сухих речовин жому

Як видно з графіку чим більше вихід жомопресованої води тим вищі сухі речовини жому. Так, для сухих речовин 25,89% відповідає вихід жомопресованої води 67,3%, для мінімального значення вмісту сухих речовин 23,1% вихід жомопресованої води вихід становить – 64,7%. Отримана залежність виходу жомопресованої води від сухих речовин жому описується лінійним рівнянням:

$$y = 0,86x + 63,9, \text{ де}$$

x – значення сухих речовин жому, %.

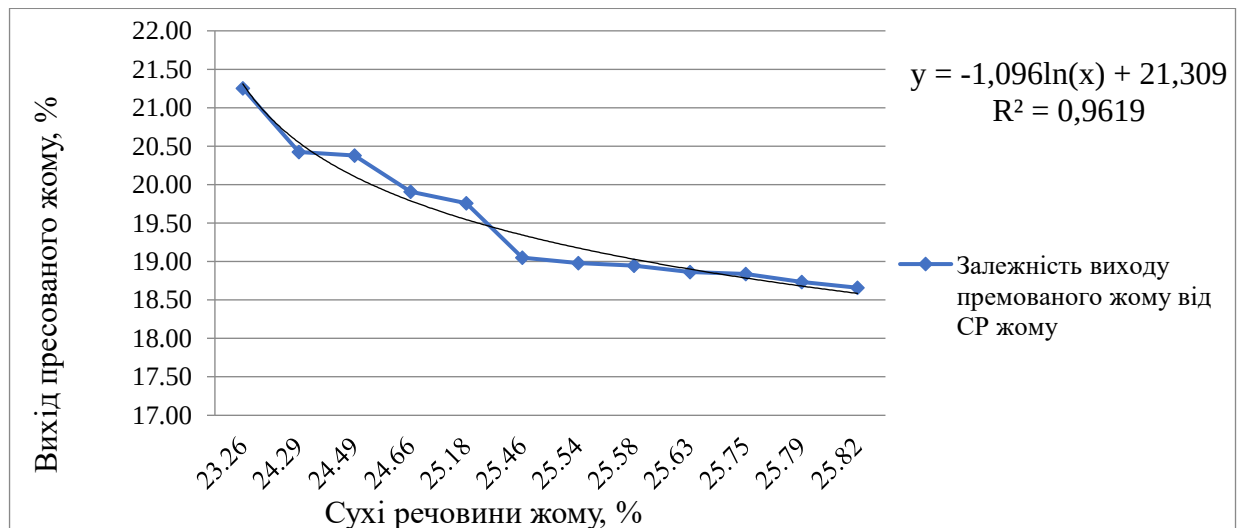


Рисунок. 3.8. Залежність виходу пресованого жому від сухих речовин жому

З графіку можемо зробити висновок що чим більший вміст сухих речовин жому тим більший вихід пресованого жому. Для мінімального значення вмісту

сухих речовин 23,26 % відповідає значення виходу пресованого жому –21,25 %, для максимального значення вмісту сухих речовин 25,82 – 18,66 %.

Отримана залежність виходу пресованого жому від сухих речовин жому описується логарифмічним рівнянням

$$y = -1,096\ln(x) + 21,309, \text{ де}$$

x –вміст сухих речовин у жомі, %.

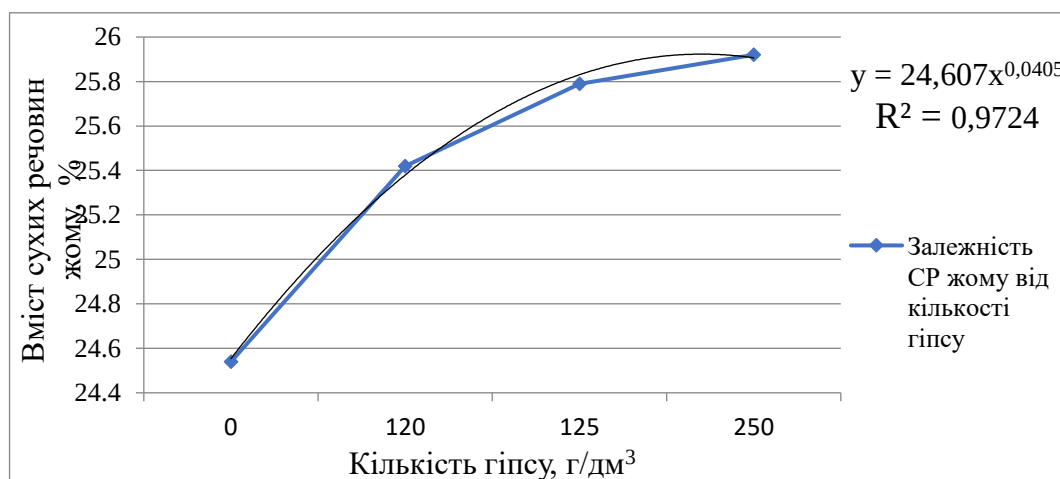


Рисунок 3.9. Залежність вмісту сухих речовин жому від кількості доданого гіпсу

Як видно на графіку, чим більше було додано гіпсу тим вище вміст сухих речовин в жомі. Так, при додаванні гіпсу у найбільшій кількості – 250 г/м³ вміст сухих речовин становить – 25,92 %, без додавання гіпсу – 24,54 %.

Отримана залежність вмісту сухих речовин жому від кількості доданого жому описується поліномним рівнянням:

$$y = 24,607x^{0,0405}, \text{ де}$$

x –вміст сухих речовин жому, %.

Показники вмісту сухих речовин дифузійного і пресованого соку, чистоти бурякового соку, а також втрат цукру і віджатому соку від кількості доданого сульфату алюмінію і гіпсу представлені у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2. Якісні показники соку від співвідношення доданого гіпсу і сульфату алюмінію

№	СР дифузійного соку, %	Чистота бурякового соку, %	Втрати цукру у віджатому жомі, %	СР пресованого жому, %	Гіпс г/т	Сульфат алюмінію г/т
1	16,5	89,7	2,11	23,3	0	0
2	16,5	89,3	2,51	23,6	350	0
3	16,21	88,94	2,56	24,39	400	200
4	17,14	89,47	2,6	25,8	600	250
5	17,45	89,7	2,62	27,21	300	300
6	17,49	89,78	2,46	27,16	200	300
7	17,35	89,03	2,4	26,8	130	340
8	17,21	88,02	2,37	25,3	0	200
9	17,37	88,95	2,27	26,5	0	260
10	17,35	89,7	1,98	25,97	0	200

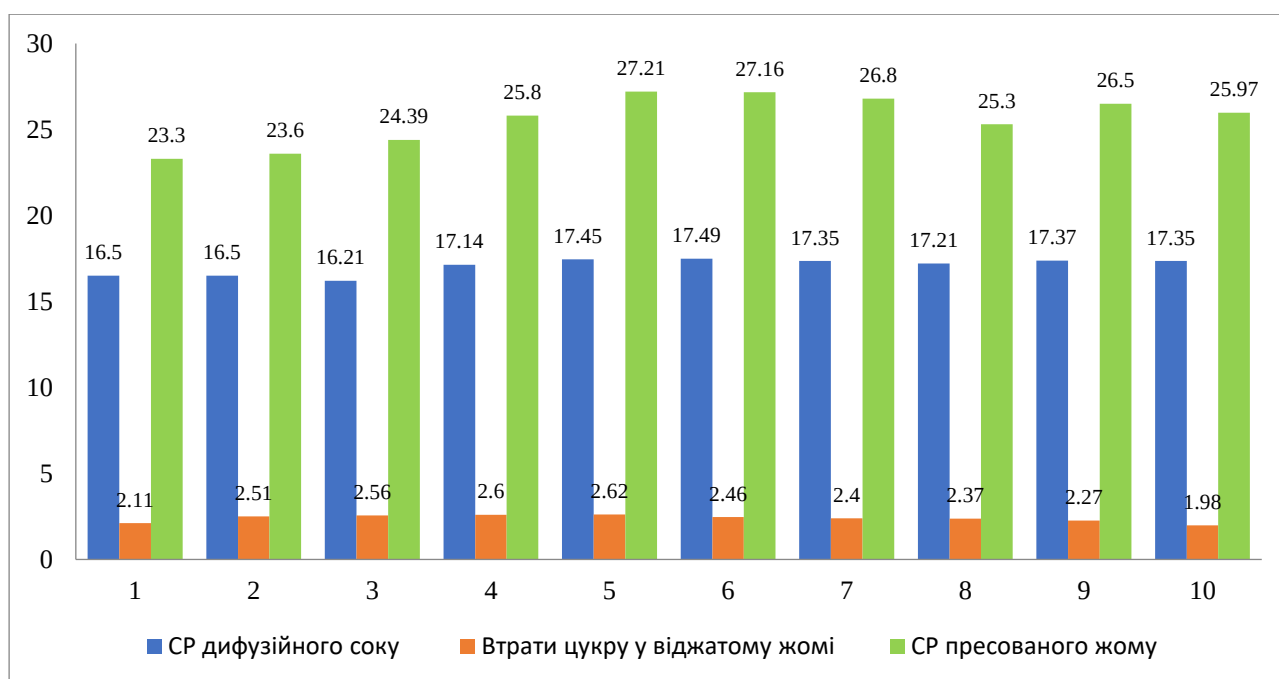


Рисунок 3.10. Залежність показників від витрат гіпсу та сульфату алюмінію у співвідношенні, г/т: 1 – 0/0; 2 – 350/0; 3 – 400/200; 4 – 600/250; 5 – 300/300; 6 – 200/300; 7 – 130/340; 8 – 0/200; 9 – 0/60; 10 – 0/200.

Як видно з отриманих даних вміст сухих речовин у жомі після пресування становив порядку 23,3-23,6 %. Відповідно такі значення не забезпечують ефективний процес дифузійно-пресового вилучення сахарози, тому

використовували додаткові реагенти для обробки живильної води. При цьому слід зазначити, що підвищення вмісту СР у жомі до 27-27,2 % досягалося за дозування гіпсу 200-300 г/т спільно з сульфатом алюмінію 300 г/т буряків. Слід зазначити, що ефективність застосування сульфату алюмінію вища порівняно з застосуванням гіпсу.

Інтенсифікація процесу глибокого пресування жому дозволить зменшити величини втрат сахарози в жомі, зменшити величини втрат тепла на висушування жому та витрат на транспортування жому.

3.4. Дослідження втрат сахарози внаслідок мікробіологічного розкладання сахарози в процесі екстрагування

В процесі екстрагування сахарози з бурякової стружки мають місце мікробіологічні процеси, зумовлені розвитком ряду термофільних бактерій, що призводить до розкладання сахарози до ряду органічних кислот. З метою запобігання розвитку мікробіологічних процесів у бурякопереробному відділенні застосовують санітарно-гігієнічні заходи, зокрема застосування дезінфектантів на стадіях виробничого процесу. В табл.3.2 узагальнено основні дезінфікуючі засоби, що використовувалися в період проведення досліджень на Жданівському цукровому заводі.

Таблиця 3.2. Характеристика дезінфектантів

Дезінфектант	Точка введення	Діюча речовина	Витрати г/т	Режим введення
Естер дез.	буряк	надоцтова кислота	6,4	За потреби
Вапно хлорне	буряк	Хлорне вапно	180	50 кг/12годин
Формалін	КДА, ошпарювач	формальдегід	120	10 л через 2 години
Стружка, жомопресова вода: один з дезінфектантів:				
Біопомс	На стружку	пероксид водню + сірчана кислота	6,6	Безперервно
Віндез Нок	На стружку	надоцтова кислота	8	Безперервно
Бенстерил	ЖПВ, стружка	диметилдитіокарбамат натрію.	3,3	Безперервно
ХСГдез 6	ЖПВ, стружка	глутаровий альдегід	8,3	Безперервно
Кеміквайт 3053	ЖПВ, стружка	алкілбензілдіметіл амонію хлорид	10	Безперервно

Нами проведено аналіз приросту вмісту кислот у дифузійному соку порівняно до вмісту у буряковому соку (клітинний сік). Результати досліджень наведено у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3. Показники вмісту кислот та втрати сахарози від розкладання

Дата	Клітинний сік		Дифузійний сік		Приріст молочної кислоти, %	Втрати від розкладання, %
	Молочна кислота, мг/л	СР соку, %	Молочна кислота, мг/л	СР соку, %		
24.08.2024	5,6	20,22	5,3	15,29	0,010654	0,023012
26.08.2024	4,8	20,2	4,1	13,6	0,008683	0,018756
28.08.2024	8,8	19,6	8,1	12,81	0,023486	0,050729
30.08.2024	7,8	18,46	8,2	15,22	0,01769	0,038211
02.09.2024	7,9	20,7	8,1	17,25	0,015167	0,03276
04.09.2024	11	20,33	10,2	17,18	0,009044	0,019535
07.09.2024	8,5	19,5	7,6	16,3	0,004949	0,010689
14.09.2024	12,4	19,03	11	16,4	0,003137	0,006776
16.09.2024	7,3	19,3	7,4	16,1	0,013104	0,028304
20.09.2024	7,8	20,1	6,7	17,1	0,000642	0,001386
23.09.2024	7,1	19,5	6,9	16,4	0,009287	0,02006
25.09.2024	8,4	20	8,8	16,9	0,01702	0,036763
27.09.2024	8,4	19,9	7,3	16,8	0,002085	0,004505
30.09.2024	10,1	19,2	17,12	5,9	0,140164	0,302753
04.10.2024	8,8	19,23	8,4	16,7	0,007578	0,016368
10.10.2024	3	18,9	7	15,5	0,045397	0,098057
12.10.2024	7	19,52	10,52	16,2	0,047106	0,101748
17.10.2024	7,3	18,5	6,9	15,52	0,007759	0,016759
19.10.2024	6,9	18,3	6,4	14,6	0,008951	0,019334
22.10.2024	7,1	19,4	6,4	16,8	0,002515	0,005433
23.10.2024	6,4	18,7	6	15,3	0,007636	0,016495
24.10.2024	7,1	19,41	6,8	16,7	0,006913	0,014932
25.10.2024	7,6	19,3	7,5	16,1	0,011601	0,025058
26.10.2024	6,7	19,4	6,4	15,7	0,009778	0,021121
01.11.2024	7,1	20,9	6,2	16,4	0,006287	0,01358
02.11.2024	6,8	20,3	6,2	17,1	0,004719	0,010193
04.11.2024	5,7	20,5	6,1	17,3	0,012898	0,027859
05.11.2024	5,9	19,5	6,6	16,6	0,015774	0,034073
06.11.2024	5,2	20,18	4,7	18	0,000617	0,001334
11.11.2024	6,4	20,1	5,8	16,6	0,005144	0,011112
14.11.2024	3	20,12	4,3	17,2	0,017354	0,037484
18.11.2024	6,9	20,2	5,9	17,1	0,000589	0,001272
22.11.2024	4,9	20	4	15,41	0,002246	0,00485
27.11.2024	6,4	21,43	6,2	17,4	0,010035	0,021677
29.11.2024	6,1	19,2	5,3	15,8	0,002802	0,006053

Кислотність у перерахунку на молочну кислоту, г/1000 см³, обчислюють за формулою:

$$K = \frac{a \cdot 0,1 \cdot 90}{25} = 0,36 a$$

(або 0,036 а, г/100 см³; або 36а, мг/100 см³),

де а – кількість 0,1 н. розчину NaOH, витраченого на титрування, см³; СР – сухі речовини дифузійного соку, %, 90 – молекулярна маса молочної кислоти.

Приріст кислотності дифузійного соку внаслідок життєдіяльності мікроорганізмів розраховували за формулою

$$\Delta K = K_2 - K_1 \times \frac{CP_2}{CP_1}$$

де К₁ та К₂ – відповідно вміст молочної кислоти у буряковому (К 1) та дифузійному (К 2) та соку; СР₁ (буряковий) СР₂ (дифузійний) – вміст сухих речовин у відповідних соках.

При цьому втрати сахарози внаслідок розкладання розраховуються за формулою (у % до маси буряків):

$$Втр.=2\Delta M_k \cdot B$$

де В- відкачка дифузійного соку (В=1,08).

Таким чином, слід зазначити, що втрати сахарози від розкладання за період вересень-листопад змінювалися в середніх межах 0,02-0,1 % до маси буряків. Слід зазначити, що нормативними втратами від мікробіологічного розкладання за приростом вмісту молочної кислоти мають сягати 0,05 %, в окремих випадках можуть дуги до 0,07 %.

На підставі проведених досліджень варто зазначити, що в цілому режим застосування зазначених дезінфектантів відповідав вимогам ведення технологічного процесу за нормативних втрат сахарози.

3.5. Аналіз виходу та якості цукру у виробництві

Таким чином проведені дослідження показали, що використання дифузійно-пресового способу вилучення сахарози сприяє підвищенню ефективності виробництва, покращенню якості соків та сиропу, що відповідно забезпечує показники виходу та якості одержаного цукру.

В таблиці 3.4 та Додатку Г наведено результати аналізу показників якості цукру за період досліджень.

Таблиця 3.4. Якість цукру

	Показники	10.09. 2024	Середн я	20.09. 2024	Середн я	30.09. 2024	Середн я	10.10. 2024	Середн я
1	Кольоровість в розчині, IU	15,5	19,1	19,8	18,4	18,9	19,5	19,5	19,5
5	Масова частка золи, %	0,009	0,011	0,010	0,012	0,010	0,011	0,008	0,011
9	Поляризація, %	99,90	99,90	99,90	99,90	99,90	99,90	99,90	99,90
20	Вихід цукру, %	14,88	13,95	14,57	14,09	14,63	14,16	14,15	14,16

Таким чином, на основі аналізу даних таблиці слід зазначити, що цукор відповідав вимогам ДСТУ за високих показників виходу.

3.6 Оптимізація досліджуваного технологічного процесу

Метою роботи є визначення оптимальних витрат сульфату алюмінію та гіпсу, що додається до жомопресової води для збільшення вмісту сухих речовин у пресованому жомі.

Експериментально було встановлено вплив витрат гіпсу та сульфату алюмінію на вміст сухих речовин у пресованому жомі (табл. 3.4).

Таблиця 3.4 Дані для оптимізації

Витрати гіпсу, л/дм ³	130	200	300	400
Витрати сульфату алюмінію, л/дм ³	Сухі речовини			
200	25,3	25,4	25,5	25,6
250	25,8	26,0	26,1	25,8
260	26,5	26,6	26,8	26,8
300	26,6	26,9	27,2	27,1
340	26,8	26,9	26,9	26,4

Для заданого завдання: параметрами оптимізації (X) є: x_1 – витрати гіпсу, г/дм³; x_2 – витрати сульфату алюмінію, г/дм³.

Цільовою функцією є узагальнений критерій оптимізації $F(X)$, який враховує максимальний вміст сухих речовин у пресованому жомі f_1 і мінімізує витрати гіпсу f_2 і затрати сульфату алюмінію на оброблення f_3 . Враховуючи більшу важливість першого фактора вагові коефіцієнти вибрані так:

$$F(X) = f_1^{0,5} f_2^{0,25} f_3^{0,25} \rightarrow \max ,$$

Рівні значущості, при переведенні факторів в безрозмірну форму методикою Харрінгтона, вибираємо самі.

Обмеження на параметри оптимізації такі: $130 \leq x_1 \leq 400$ л/дм³; $200 \leq x_2 \leq 340$, л/дм³.

При розробленні математичної моделі ми використали метод найменших квадратів. Для опису залежності обрано рівняння квадратного двох параметричного поліному:

$$f(X) = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_1 \cdot x_2 + b_4 x_1^2 + b_5 x_2^2$$

Для рівняння знайдемо коефіцієнти та розраховуємо середньоквадратичну похибку.

Узагальнене рівняння регресії має вигляд:

$$V_{срж} = 15,33 + 0,01x_1 + 0,064x_2 - 0,00001x_1 \cdot x_2 - 0,0001x_1^2 - 0,0001x_2^2$$

де, x_1 – витрати гіпсу, г/дм³; x_2 – витрати сульфату алюмінію, г/дм³.

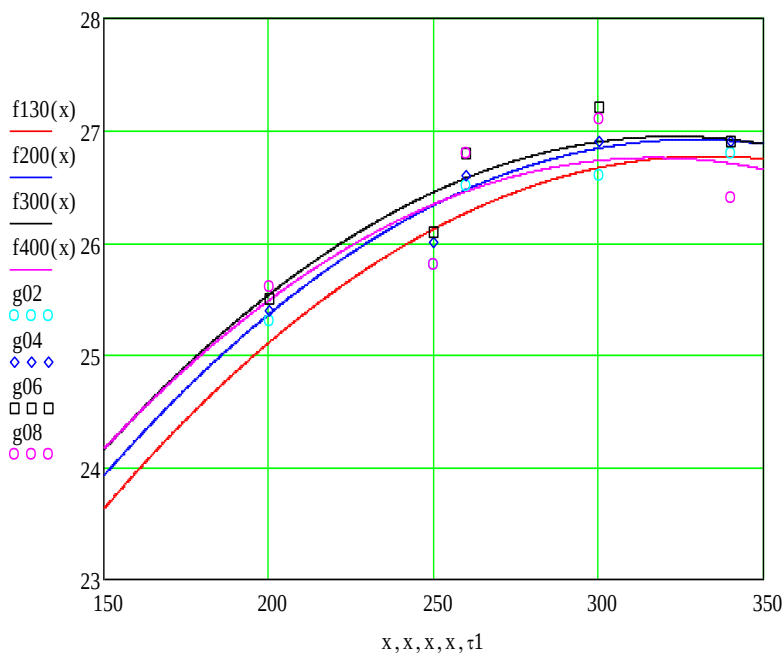
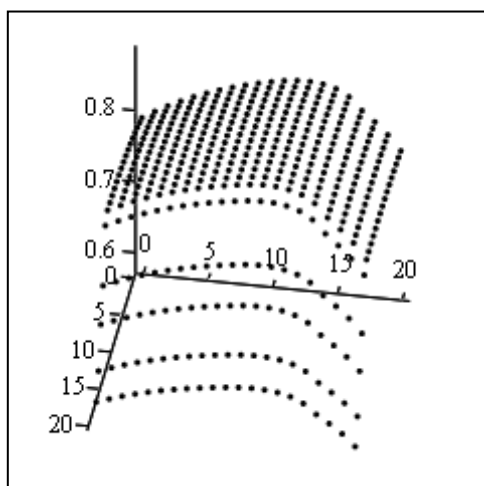


Рис. 3.11. Залежність вмісту сухих речовин в пресованому жому від витрат сульфату алюмінію і гіпсу

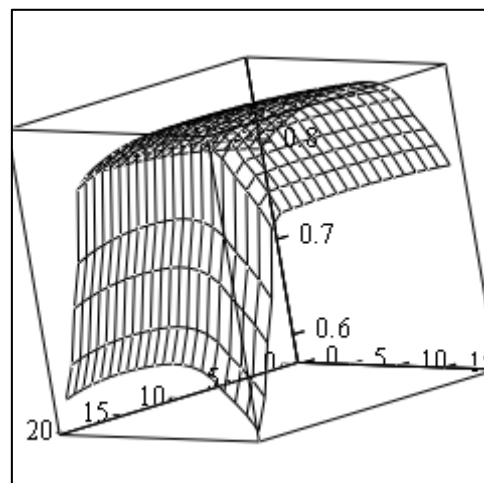
Оптимальні значення витрат гіпсу і сульфату алюмінію встановлено по узагальненому критерію оптимальності.

Для цього задається діапазон зміни параметру оптимізації і кількість розрахункових точок критерію, формується масив значень параметрів і розраховуються за знайденими формулами натуральні значення локальних критеріїв оптимальності.

За допомогою методики Харрінгтона знаходимо масиви безрозмірних значень локальних критеріїв оптимальності, які використовуються при обчисленні масиву значень узагальненого критерію оптимальності (рис.:



Узагальнений критерій оптимізації



Ff

Рис.
3.12

Отже, за результатами оптимізації представленої математичної моделі визначено, що оптимальні витрати гіпсу і сульфату алюмінію становлять 278 і 284 г/дм³. В цілому діапазон раціональних витрат знаходиться в межах 250-350 г/дм³.

Висновки до розділу 3

Якість дифузійного соку є важливим показником, що визначає якість напівпродуктів виробництва та цукру, а також впливає на втрати сахарози з мелясою. Тому важливим завданням, що має як наукове, так і практичне значення є дослідження технологічного процесу вилучення сахарози з бурякової стружки.

Було проаналізовано роботу дифузійної установки відповідає вимогам до роботи колонних дифузійних установок. В той же час, слід відмітити дещо підвищене значення відкачки соку порядку 108 %. В той же час підвищення температурного режиму в нижній частині колони до 76 °C може негативно впливати на перехід пектинових речовин у сік.

З отриманих даних зробили висновок що вміст сухих речовин у жомі після пресування становив порядку 23,3-23,6 %. Відповідно такі значення не забезпечують ефективний процес дифузійно-пресового вилучення сахарози, тому використовували додаткові реагенти для обробки живильної води. При цьому слід зазначити, що підвищення вмісту СР у жомі до 27-27,2 % досягалося за дозування

гіпсу 200-300 г/т спільно з сульфатом алюмінію 300 г/т буряків. Слід зазначити, що ефективність застосування сульфату алюмінію вища порівняно з застосуванням гіпсу.

Інтенсифікація процесу глибокого пресування жому дозволить зменшити величини втрат сахарози в жомі, зменшити величини втрат тепла на висушування жому та витрат на транспортування жому.

За допомогою програми оптимізації знайдено оптимальне співвідношення гіпсу і сульфату алюмінію для отримання максимального вмісту сухих речовин у жомі, що становило 265 і 326 г/т, відповідно.

Показано, що втрати сахарози від розкладання змінювалися в межах 0,02-0,1 % до маси буряків за нормативних втрат від мікробіологічного розкладання за приростом вмісту молочної кислоти мають 0,05 %. В цілому режим застосування зазначених дезінфектантів відповідав вимогам ведення технологічного процесу за нормативних втрат сахарози.

Цукор відповідав вимогам ДСТУ за високих показників виходу в середньому 14,1 %.

4. УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕЧНІСТЮ ПРОДУКЦІЇ ЗА СИСТЕМОЮ НАССР

4.1. Загальні підходи до системи управління безпечністю продукції (цукру) на основі принципів НАССР

Система НАССР (англійською мовою Hazard Analysis and Critical Control Point) – це дієвий інструмент управління безпечністю харчових продуктів, в основі якого лежить аналіз небезпечних чинників та контроль у критичних точках. Ця система ідентифікує, оцінює і контролює небезпечні чинники, що є визначальними для безпечності харчових продуктів. Вона використовується для забезпечення безпечності харчових продуктів протягом усього ланцюга виробництва й реалізації харчового продукту [37].

Найбільш тісно поширення НАССР в Україні пов'язано із Європейським Союзом. Після того, як 1995 року застосування принципів безпеки продуктів харчування стало обов'язковим у Європі, українські експортери продукції почали все активніше впроваджувати їх у своєму виробництві задля отримання переваг при експорті до країн ЄС. З цього часу сформувався стереотип, що наявність сертифікату НАССР є обов'язковим тільки для експорту харчової продукції в ЄС.

2007 року НАССР вперше було офіційно визнано в Україні шляхом затвердження Національного стандарту ДСТУ ISO 22000:2007 «Система управління безпечністю харчових продуктів». Цей стандарт установлював вимоги до системи управління безпечністю харчових продуктів, яка поєднує такі ключові елементи: інформаційну взаємодію; системне керування; виконання програм передумов і впровадження принципів НАССР.

Наступним етапом стало затвердження 2012 р. наказом Мінагрополітики № 590 Вимог щодо розробки, впровадження та застосування постійно діючих процедур, заснованих на принципах Системи управління безпечністю харчових продуктів (НАССР).

Найбільш активна фаза впровадження НАССР в Україні розпочалася після підписання Угоди про асоціацію з ЄС. Після цього було сформовано цілісну нормативну базу, основу якої склали три закони:

- нова редакція Закону України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів» (2014);
- Закон України «Про державний контроль за дотриманням законодавства про харчові продукти, корми, побічні продукти тваринного походження, здоров'я та благополуччя тварин» (2017);
- Закон України «Про безпечність та гігієну кормів» (2017) [38].

Всі види небезпек поділяються на три категорії:

- Біологічні небезпеки. До цього виду небезпек відносяться мікроорганізми (бактерії, віруси, паразити і цвілеві гриби), які не передбачені процесом виробництва. Наприклад, патогенна мікрофлора, на яку впливають в процесі пастеризації.

- Хімічні небезпеки. Цей вид небезпек включає в себе субстанції або молекули, які:

1. в природному вигляді містяться в рослинах або тварин (наприклад, в отруйних грибах).

2. можуть бути навмисне додані під час вирощування або обробки продуктів. Такі речовини можуть бути безпечні при дотриманні встановлених норм, але стають небезпечними при їх перевищенні (наприклад, нітрит натрію, пестициди).

3. можуть ненавмисно потрапити в їжу (наприклад, після хімічної очистки упаковки).

4. можуть впливати на імунну систему окремих людей (наприклад, харчові алергени).

- Фізичні небезпеки. Цей вид небезпек включає в себе субстанції, які в нормальних умовах не повинні знаходитися в їжі. Такі субстанції можуть завдати шкоди здоров'ю кінцевого споживача (наприклад, деревні тріски, фрагменти скла, металева стружка, кісточки) [39].

Система НАССР заснована на семи головних принципах, які направлені на забезпечення виконання і управління даною системою у виробництві [40].

Принцип 1 Аналіз небезпечних чинників. Ефективна ідентифікація та аналіз небезпечних чинників є ключовим моментом для подальшого розроблення плану НАССР. Для його проведення може застосовуватись так званий «мозковий штурм», коли кожен із членів групи НАССР висловлює своє бачення небезпек, пов'язаних із харчовим продуктом чи його виробництвом.

Принцип 2 Визначення критичних контрольних точок. На цьому етапі розроблення системи НАССР проводиться визначення точок (місць), які необхідно контролювати для усунення суттєвих небезпечних чинників або мінімізації ймовірності їх виникнення.

Принцип 3 Установлення критичних меж. Для кожної критичної контрольної точки повинні бути встановлені критичні межі – крайні прийнятні значення (показники), що відділяють випуск безпечного харчового продукту від небезпечного.

Принцип 4 Встановлення процедур моніторингу. Для кожної критичної контрольної точки повинна бути розроблена система моніторингу (контролю) з визначеною періодичністю та зазначенням відповідальної за моніторинг особи.

Принцип 5 Коригувальні дії. Група НАССР завчасно розробляє коригувальні дії для кожної критичної контрольної точки, які можна негайно застосувати в разі, коли дані моніторингу свідчать про відхилення від критичних меж.

Принцип 6 Верифікація (перевірка). Перевірка, що система НАССР працює правильно й ефективно. Елементом верифікації є валідація.

Принцип 7 Документування. Процедура ведення записів та документації, що має відповідати розміру потужності, особливостям технологічних процесів та давати змогу оператору ринку перевіряти впровадження та дієвість заходів із контролю, передбачених системою НАССР [41].

4.2. Аналіз небезпечних факторів та запобіжні заходи щодо їх появи у відділення (виробництві) (з врахуванням розроблених способів, заходів)

Технологічний процес виробництва цукру з буряків на Жданівському цукровому заводі складається із таких основних етапів: очищення буряку від домішок (землі, піску, залишків легких домішок), нарізання його в стружку і екстрагування цукру методом дифузії; очищення дифузійного соку від нецукрів вапном (преддефекація, дефекація) і оброблення соку діоксидом вуглецю (І та ІІ сатурація); фільтрування соку; сульфітація (оброблення соку сірчистим газом), згущення соку (випарювання) – одержання сиропу, уварювання утфелю (кристалізація); відділення кристалів цукру від міжкристального розчину (центрифугування), сушіння цукру й пакування (рис. 4.1).

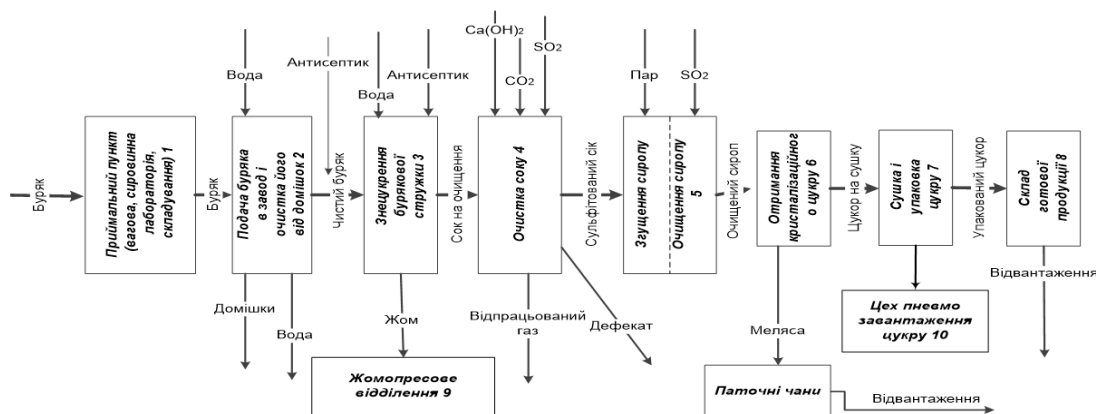


Рисунок 4.1. Узагальнена схема отримання цукру із буряків

Процес виробництва цукру здійснюється згідно ПУП (правил усталеної практики) 15.83-37-106:2007 «Технологічний процес виробництва цукру з цукрових буряків.» з урахуванням встановленого на цукровому заводі обладнання та прийнятої технологічної схеми та вимог цього технологічного регламенту.

Вимоги техніки безпеки здійснюють і контролюють на всіх стадіях проведення технологічних процесів виробництва, збереження, транспортування і реалізації цукру і побічних продуктів.

На рис. 4.2 наведено схему подачі буряків у завод та очистка його від домішок

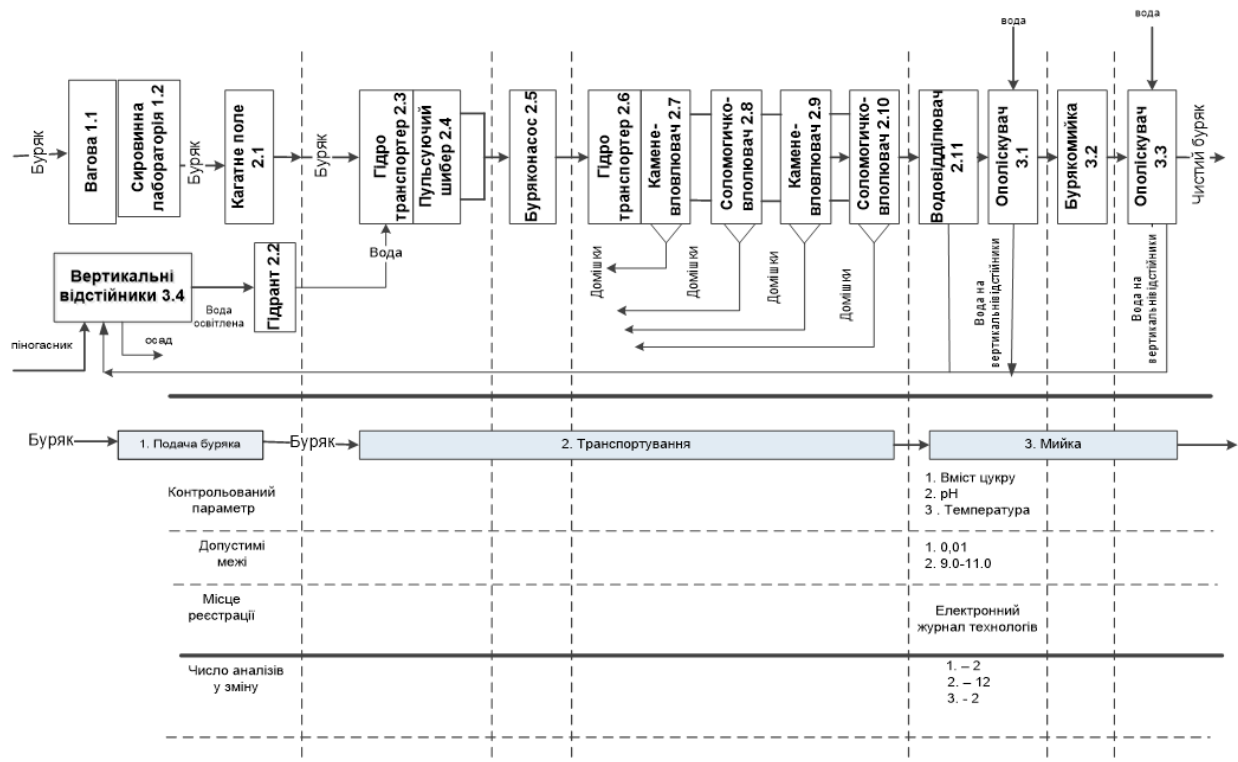


Рисунок 4.2. Схема подачі буряків у завод та очистка його від домішок

Відповідно до рис. 4.2. (Додаток Д) схема подачі буряків у завод та очистки його від домішок полягає в наступному. Із гідротранспортерів і сплавного майданчика буряки бульдозерами на колесному ході подаються та гідрантами змиваються в гідротранспотери і буряководяна суміш направляється на станцію бурякопідйому. Насосом піднімаються на висоту 12 м. Далі по підвісному гідротранспортеру подаються на станцію доочистки буряків від легких та важких домішок. Для подачі буряків використовується транспортерно-мийна вода, після чого вона піддається послідовному очищенню, як вода II категорії. Станція доочистки буряків представлена 4-масоломо-гичковловлювачами типу СБГМ-700 і 2-ма каменевловлювачами типу ЛТП-М. В мийному відділенні встановлено основне обладнання в такій послідовності – водовідділювач ВДФ-6 → ополіскувач №1 → кулачкова мийка Ш1 ПМД -3 → ополіскувач №2 → . На ополіскування подається чиста річкова вода, є станція дезінфекції буряків - розчин хлорного вапна подається на шнека після ополіскувача №2.

Чисті буряки елеваторами (рис. 4.3, Додаток Е) подаються в бункер перед бурякорізками. Для подрібнення буряків використовуються бурякорізки РБА 2/12 – 2 шт.

Відцентрові бурякорізки, які нарізають буряк в бурякову стружку, оснащені пристроями, що забезпечують безпечне регулювання ножів без зупинки обладнання.

Отримана бурякова стружка стрічковим конвеєром подається в завантажувальну шахту ошпарювача ВМА 2500т/добу, куди подається підігрітий циркуляційний сік. Сокостружкова суміш насосом подається в колону. Для висолоджування стружки верхню частину дифапарату вводиться підготовлена живильна вода температурою 66-68°C, рН-5,5-6,2 од. Жомопресова вода подається дещо нижче вводу сульфітованої води з температурою 72°C.

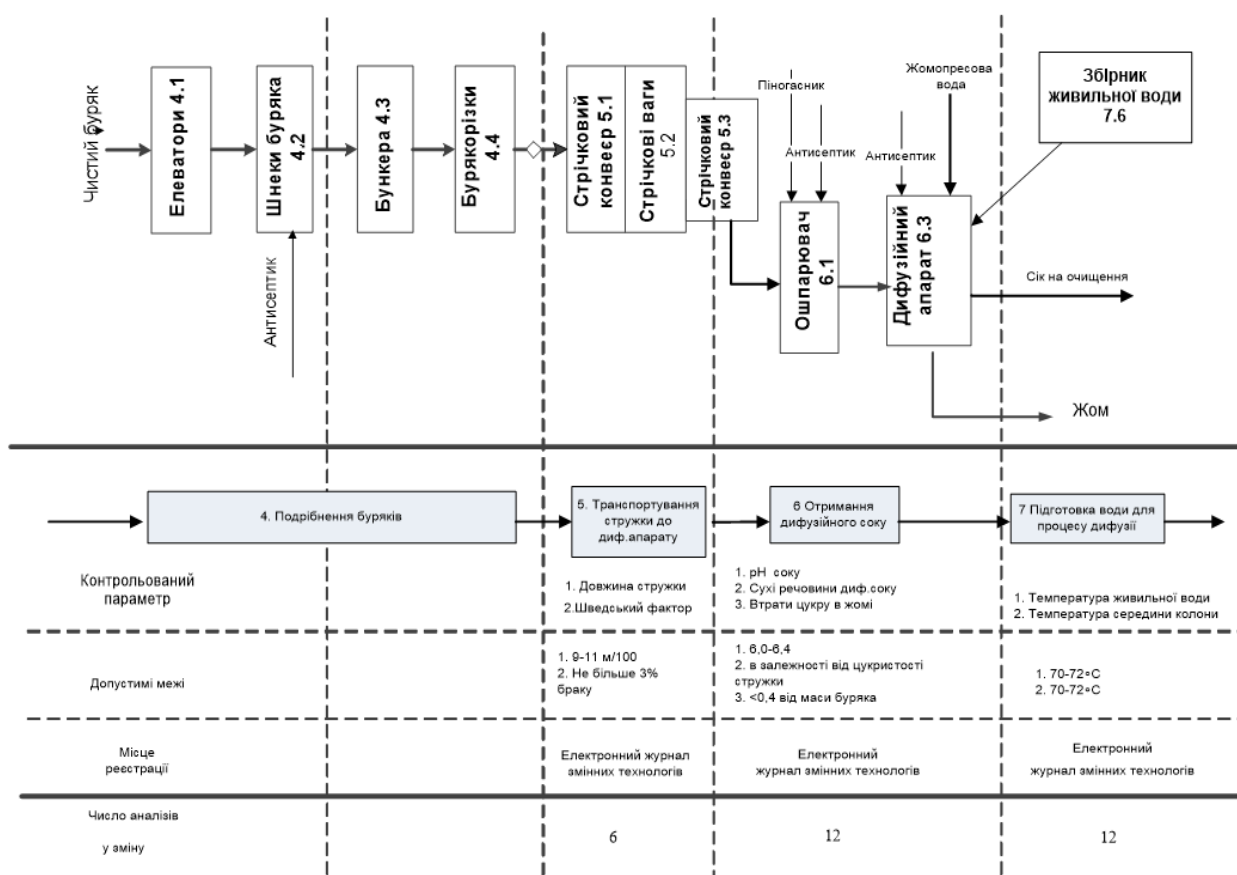


Рисунок 4.3. Схема вилучення цукру із бурякової стружки

Жомопресова вода (рис. 4.4, Додаток Є) після жомопресів із збірника насосами типу СКО-200-40 2 шт. подається на пульпоуловлювачі типу ОВ

630/1800/0,75 2 шт, після яких потрапляє в збірник жомопресової води перед дифузійним апаратом. Відокремлену пульпу направляють на стрічковий конвеєр видалення жому.

В комунікацію жомопресової води подається суміш глинозему з гіпсом для підвищення ступеню пресування жому. Із збірника насосами СКО 200-40 2 шт жомопресована вода через підігрівник подається на живлення дифузії.

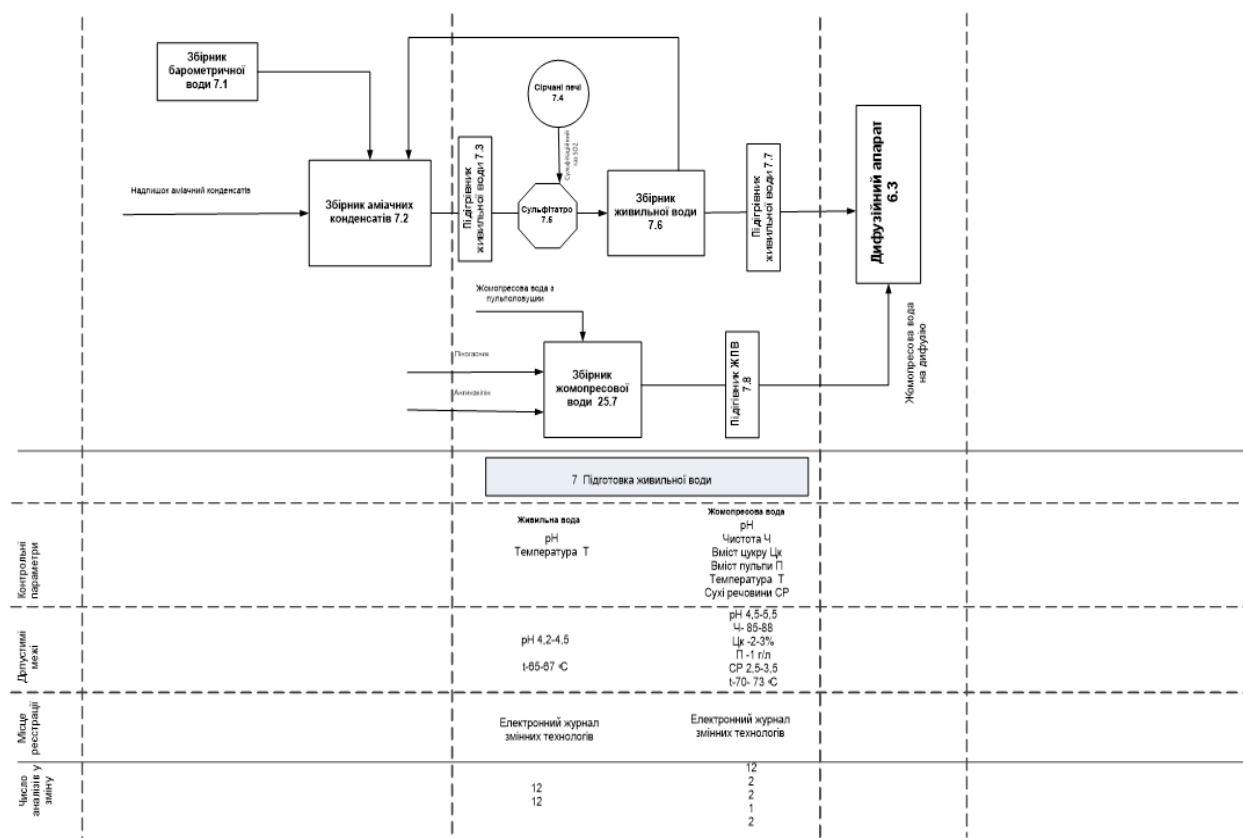


Рисунок 4.4. Схема підготовки живильної води на дифузію

Для віджиму сирого жому, що отримуємо в результаті процесу дифундування, встановлено жомові преси Babbini PB22SP – 2 шт і Babbini PB 18 – 1 шт. Сухі речовини віджатого жому 23-26% (рис. 4.5, Додаток Ж).

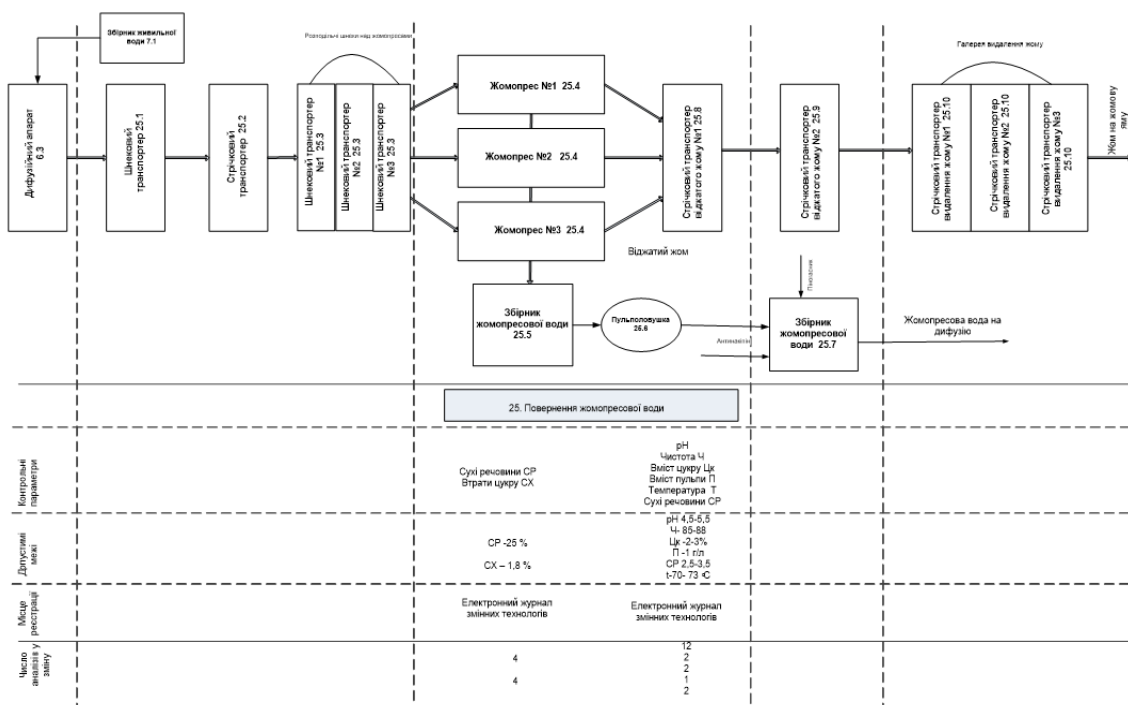


Рисунок 4.5. Схема жомопресового відділення

Проведено аналіз точок контролю у процесі отримання дифузійного соку згідно принципів НАССР та розроблено виробничу програму обов'язкових заходів попередження.

Нами проведено аналіз та ідентифікація небезпечних чинників, вибору та оцінки заходів керування у бурякопереробному відділенні. Зокрема, проаналізовано на стадіях сировини, транспортування та очищення коренеплодів, одержання бурякової стружки, дифузійного соку, пресування жому, підготовки екстрагенту.

В таблиці 4.1 наведено протокол ідентифікації та аналізу небезпечних чинників, вибору та оцінки заходів керування на стадії пресування жому. Визначено ризики хімічного (Х), біологічного (Б) та фізичного (Ф) характеру.

До біологічних чинників відносяться: бактерії, дріжджі та інша мікрофлора, що спричинюється контамінацією сировини, повітря; забруднення продукту через порушення періодичності зачистки, миття та дезінфекції обладнання.

До фізичних належать сторонні предмети, металічні уламки, металодомішки внаслідок попадання будівельних матеріалів, руйнування обладнання та ін.

Таблиця 4.1. Протокол ідентифікації та аналізу небезпечних чинників, вибору та оцінки заходів керування на стадії пресування жому.

№ з.п.	Продукт \ Етап технологічного процесу	Тип	Небезпечні чинники, які виникають, контролюються або посилюються на цьому етапі / Причини виникнення	Значимість ризику за матрицею			Заходи керування/контролю небезпечних чинників щодо появи, усунення або зниження небезпечного чинника до прийнятного (гранично допустимого) рівня
				Серйозність	Ймовірність	Ступінь	
20	Транспортування жому та пресування жому	Б	Дріжджі та інша мікрофлора /контамінація з повітря; забруднення продукту через порушення періодичності зачистки, миття та дезінфекції обладнання	1	1	1	Інструкція по хіміко0технологічному контролю і обліку цукрового виробництва
			Х Відсутній	-	-	-	Журнал аналізу жому, фільтраційного осаду, вод (№ ЗПБ-71)
		Ф	Сторонні предмети, металічні уламки, металодомішки \ попадання будівельних матеріалів, руйнування обладнання	1	1	1	Інструкція по хіміко0технологічному контролю і обліку цукрового виробництва
							Журнал аналізу жому, фільтраційного осаду, вод (№ ЗПБ-71)

В таблиці 4.2 наведено протокол ідентифікації та аналізу небезпечних чинників, вибору та оцінки заходів керування на стадії одержання дифузійного соку. Визначено ризики хімічного (Х), біологічного (Б) та фізичного (Ф) характеру.

Таблиця 4.2. Протокол ідентифікації та аналізу небезпечних чинників, вибору та оцінки заходів керування на стадії одержання дифузійного соку

№ з.п.	Продукт \ Етап технологічного процесу	Тип	Небезпечні чинники, які виникають, контролюються або посилюються на цьому етапі / Причини виникнення	Значимість ризику за Матрицею			Заходи керування/контролю небезпечних чинників щодо появи, усунення або зниження небезпечного чинника до прийнятного (гранично допустимого) рівня
				Серйозність	Ймовірність	Ступінь ризику	
21.	Отримання дифузійного соку	Б	Lactobacillus breve, Leuconostoc mesenteroides, Leuconostoc dextranicus, Bacterium viscosum, Clostridium gelatinosum, Bacillus subtilis, представники кишкової групи, дріжджі \ неякісна сировина, погане миття буряків, швидкість руху соку, повторна контамінація рециркуляційною водою	2	1	2	Технологічний регламент виробництва цукру білого кристалічного з цукрових буряків
							ЖЦ СТ Р01 Управління підприємством (Лабораторний контроль)
							КСТ–Р10 Навчання, компетентність (навчання персоналу)
							ЖЦ-СТ-Р02-Управління інфраструктурою та робочим середовищем (управління ЗВТ)
							ЖЦ –ТІ-05 Станція сокодобування
							ПУП 15.83-37-106:2007 «Технологічний процес виробництва цукру з цукрових буряків Інструкції з миття
							Дотримання програм мийки
		Х	Додавання піногасника Кебоспум КІС	1	1	1	Інструкції виробника щодо приготування та застосування
							Контроль доступу до хімічних речовин
							Контроль приготування та внесення хімічних речовин
							«Технологічний процес виробництва цукру з цукрових буряків»
							Інструкція по використанню формаліну.
							Інструкція по використанню Лесфом ПП
							Інструкція по використанню Нові-Сан Оксі
			Додавання піногасника Кебоспум КІЛ	1	1	1	Інструкції виробника щодо приготування та застосування

Продовження табл. 4.2.

							Контроль доступу до хімічних речовин
							Контроль приготування та внесення хімічних речовин
							«Технологічний процес виробництва цукру з цукрових буряків»
							Інструкція по використанню формаліну.
							Інструкція по використанню Лесфом ПП
							Інструкція по використанню Нові-Сан Оксі
		Ф	Кеміквайт	1	1	1	Інструкція по використанню .
			Сторонні предмети різного походження/ потрапляння сторонніх предметів в відкрите обладнання, порушення роботи обладнання або його експлуатаційне зношення	1	1	1	Технологічний регламент виробництва цукру білого кристалічного з цукрових буряків
							КСТ–Р10 Навчання, компетентність (навчання персоналу)
							ЖЦ-СТ-Р02-Управління інфраструктурою та робочим середовищем, ППР обладнання
							ЖЦ –ТІ-05 Станція сокодобування
							ПУП 15.83-37-106:2007 «Технологічний процес виробництва цукру з цукрових буряків»

Попереджувальні дії розробляються з метою контролю небезпечних факторів у виробництві. Такі дії враховують також технологічний контроль, що забезпечує якість готової продукції та ефективне функціонування технологічного процесу. До попереджувальних дій відноситься: контроль якості вихідної сировини, контроль режимів виробничо-технологічного процесу, використання магнітів, контроль небезпечних речовин, дезінфекція обладнання та напівпродуктів та ін.

Висновки за розділом 4

НАССР є ефективною системою управління безпекою виробництва цукру-піску. Запровадження системи НАССР на цукровому заводі підвищить рівень менеджменту підприємства, поліпшить якість та безпеку цукру-піску, приверне та утримає споживачів, буде сприяти збільшенню прибутку, знизить підприємницькі ризики, покращить імідж підприємства, звільнить від небажаних виробничих затрат, збільшить темпи впровадження різних удосконалень та частку підприємства на ринку, дозволить вийти на закордонні ринки.

5. ЕКОЛОГІЧНІ, ЕКОНОМІЧНІ ТА СОЦІАЛЬНІ АСПЕКТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЦУКРУ В КОНТЕКСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ УКРАЇНИ

5.1. Економічна ефективність розробки та її соціальне значення

Жданівський цукровий завод має потужність 5000 т. Кількість промислово-виробничого персоналу на цукровому заводі станом становить 750 чол. Було законтрактовано 334925 тонн цукрових буряків. Фактично заготовлено – 328995 т цукрових буряків.

5.1. Основні техніко-економічні показники

Показник	Одиниці вимірювання	Значення
Площа посівів	га	11999
Середня врожайність	ц/га	274
Зібрано буряків	т	328995
Прийнято цукрових буряків до переробки	т	328995
Втрати буряків до маси прийнятих буряків до переробки	т %	9434 2,87
Вихід цукру з 1 га	т	4,2
Витрати буряків на 1 т цукру та з урахуванням втрат	т т	6,34 6,53
Витрати на 1 га вирощування	грн.	9840
Вартість доставки 1 т цукрового буряка	грн.	17,38
Перероблено цукрових буряків	т	319561
Вироблено цукру в тому числі:	т	
▪ ринкових кондицій (кольор. до 0,8 ум.од)	т	50531,1
▪ промпереробка (кольор. до 1,5 ум.од)	т	50380
▪ некондиційного (кольор.більше 1,5ум.од)	т	151,1 5,7
Цукристість сировини при прийманні	%	20,13

Цукристість бурякової стружки	%	19,53
Витрати цукру при зберіганні і транспортуванні, всього	%	1,16
в тому числі:		
▪ втрачено бурякомасою при вантажно-розвантажувальних роботах	%	0,56
▪ при зберіганні в кагатах	%	0,20
▪ від утворення оптично-активних речовин	%	0,21
▪ у транспортерно-мийній воді	%	0,19
Втрати цукру у виробництві, всього		
в тому числі:		
▪ у жомі	%	0,69
▪ у фільтраційному осаді	%	0,32
▪ невраховані втрати цукру у виробництві	%	0,04
	%	0,33
Вихід цукру	%	15,77
Вихід меляси	%	6,14
Вміст цукру у мелясі	%	3,07
Різниця між цукристістю буряків по прийманню і виходом цукру	%	4,36
Коефіцієнт виробництва	%	76,06
Середньодобова переробка цукрових буряків	т	6701
Тривалість сокодобування	діб	56,05
Цехові простої	діб	0,15
Позацехові простої	діб	—
Вироблено побічної продукції:		
▪ меляси	т	22184
▪ жому	т	210234
в тому числі:		
▪ жому гранульованого	т	1672
Витрати умовного палива на 1 т перероблених буряків, всього		
в тому числі:	%	4,36
газова піч	%	0,49
Витрати вапнякового каміння на 1 т перероблених буряків	%	6,9

Пропозиції по поліпшенню роботи підприємства

- Впровадження дифузійно-пресового способу з використанням гіпсу та сульфату алюмінію для підвищення вмісту сухих речовин жому при пресуванні;
- Використання хімічних засобів для дезінфекції сировини, води, технологічного обладнання;
- Впровадження схеми підготовки живильної води з використанням сульфату алюмінію.

5.2. Екологічні проблеми у виробництві та шляхи їх вирішення

Підприємства цукрової промисловості віднесені до об'єктів, які становлять екологічну небезпеку. Більшість технологічних процесів основного та допоміжного виробництва досить шкідливо діють на навколишнє середовище. Так наприклад, ТЕЦ при спалюванні мазуту викидає в атмосферу димові гази, що містять оксиди сірки, азоту, вуглецю. Негативні наслідки роботи цукрового заводу слідуючі:

1. Проблеми екології людини (забруднення середовища життя людини, збільшення вмісту в організмі людини шкідливих речовин, що приводять до захворювань).
2. Забруднення водних ресурсів (скидання забруднюючих речовин у водойми, виснаження підземних вод, цвітіння водоймищ);
3. Погіршення (деградація) земельних ресурсів (вивезення з полів верхнього поживного шару ґрунту, що веде до поступового зниження родючості ґрунтів і зменшення гумусу в ґрунті, забруднення ґрунтів відходами виробництва, підтоплення земель);
4. Деградація біологічних ресурсів (деградація рибних ресурсів, зменшення властивості самоочищення біосфери в результаті поглинання шкідливих речовин);

5. Деградація атмосферного повітря (насичення повітря органічними і неорганічними шкідливими речовинами, забруднення повітря викидами з підприємства).

Недоліки виробництва – це відходи, які поки що не можуть бути використанні в народному господарстві або їх використання є екологічно шкідливим, не вигідним. Відходи споживача – матеріальні втрати, які повністю втратили споживчі властивості в результаті зносу чи споживання (фільтрувальна тканина, папір, металобрухт).

Витрати вапняку, фільтрувальної тканини, сірки технічної, жиру технічного, хлорного вапна не перевищують встановлених норм.

Основним продуктом виробництва є цукор-пісок, до побічної продукції належать жом і меляса. До оборотних відходів належать бій і хвостики цукрових буряків. Викиди виробництва – це неминучі технологічні втрати. На заводі є відходи, до яких належать фільтраційний осад, відсів вапняку, недопал та перепал вапняку, зола і шлаки, димові гази ТЕЦ, промислові і стічні води.

Велику шкоду приносить пил, що утворюється при завантаженні та вивантаженні вапняку. В основному виробництві при проведенні процесів утворюється значна кількість газових та пилових викидів (оксид вуглецю на сатурації, сірчаний ангідрид на сульфитації, аміак на барометричних конденсаторах та випарних установках, пил цукру в сушильному відділенні).

До очисних споруд слід віднести земельні відстійники, які приводять до забруднення ґрунту відходами виробництва та заболочення земель.

Підприємства цукрової промисловості мають негативний вплив на навколишнє середовище. Зокрема, спостерігається деградація атмосферного повітря, погіршення земельних ресурсів, забруднення водних ресурсів.

В атмосферу підприємством викидається близько 23 забруднюючих речовин. Тому на підприємстві розроблені заходи, які направлені на зниження викидів забруднюючих речовин і покращення умов їх розсіювання в атмосфері, для джерел, викиди яких зумовлюють підвищений рівень забруднення атмосфери.

До викидів енергетичних установок належить: окиси сірки, азоту, вуглецю, що утворюються під час спалювання палива в котлах котлоагрегатів, і пил при спалюванні твердих видів палива (кам'яне вугілля). Через це для зменшення газоподібних викидів від енергетичних установок, потрібно розробити заходи спрямовані на використання мало сірчистого палива і режиму його спалювання.

Головними газопиловими викидами в буряко-цукровому виробництві є викиди шкідливих газів і пилу технологічних та енергетичних установок. До газових і пилових викидів технологічних установок належить: сірчистий газ, після процесів сульфітації соків, сиропів і живильної води; вуглекислий газ і аміак при проведенні процесів сатурації соків їх випарювання та кристалізація; вапняковий пил від вапнянообпалювальних печей, цукровий пил від сушіння.

Для уловлювання пилових викидів технічних установок і технологічних процесів на цукровому заводі передбачено циклони, ефективність їх роботи відповідає вимогам щодо запиленості.

В цукровому виробництві мають місце також газоподібні викиди шкідливих речовин при зберіганні жому і освітлених стічних вод у земляних відстійниках. Ці викиди викликані природними біологічними процесами, інтенсивність яких залежить від багатьох факторів. Для таких викидів необхідно вивчити якісний склад, а потім розробити заходи по їх зменшенню.

До енергетичних викидів належать окис сірки, азоту, вуглецю, що утворюються під час спалювання палива в котло-агрегатах, і пил, при спалюванні твердих видів палива. Майже половину земель займають очисні споруди, накопичувачі оборотних і стічних вод. Це означає, що, використавши менш громіздкі очисні споруди, ці землі можна було б використати доцільніше.

В процесі виробництва з'являються промислові води, які поділяються на три категорії, тому у відповідності до видів цих категорій відбувається їх очищення.

Води I і II категорії після відповідного очищення використовуються в системах повторного і оборотного водопостачання.

В залежності від типу схеми водопостачання і каналізації на заводі, перелік компонентів стічних вод може змінюватись.

До стічних вод III категорії відносяться також побутові стічні води, які складаються з суміші стоків головного корпусу цукрового заводу, ТЕЦ, промплощадки і робітничого селища.

Для господарчо-технологічних потреб в основному використовують артезіанську воду. Близько 15 цукрових заводів України оснащені оборотними системами вод першої категорії. Важливим фактором у вирішенні охорони навколишнього середовища є використання найбільш ефективних методів очищення стічних вод цукрового заводу. Природну біологічну очистку стічних вод на полях фільтрації не можна назвати цілком достатньою. По - перше, тому що вона вимагає використання чималих земельних площ. По - друге, існуючі поля фільтрації працюють як біоставки, тому поступово переходять до комплексу споруд, що забезпечують штучну біологічну очистку вод на менших площах з більшим ступенем їх знешкодження. Також недостатньої уваги приділяється утилізації викидів шкідливих газів після технологічних процесів. Витяжні труби, розміщені над апаратами, забезпечать розпорошення шкідливих газів у верхній шар атмосфери. Зменшення шкідливих викидів та їх утилізацію повинні виконувати за рахунок впровадження удосконаленого, нового устаткування.

Транспортерно - мийний осад за складом біологічних речовин має цінність як добриво для сільського господарства і може використовуватися для рекультивції земель.

З 01.07.95 року в Україні введена обов'язкова сертифікація харчової промисловості, в тому числі цукру для реалізації його на зовнішньому і внутрішньому ринках. Показники безпечності цукру встановлені Міністерством охорони здоров'я України.

Гранично допустимий вміст токсичних речовин для цукру не повинен перевищувати, мг/кг:

- свинець – 1; кадмій – 0,05; миш'як – 0,5; ртуть – 0,01; мідь – 1;
цинк - 3;

Пестицидів, мг/кг: гексохлоран – 0,01; ДДТ – 0,05.

Аналізуючи екологічний стан цукрового заводу і враховуючи сучасні досягнення науки і техніки галузі в межах відділення, що підлягає технічному переоснащенню, дипломним проектом передбачані заходи з економії допоміжних матеріалів та енергетичних ресурсів, зменшення шкідливої дії виробництва на навколишнє середовище.

Впровадження дифузійно-пресового методу та вилучення цукрози та деамонізації конденсату дозволяє повністю повертати жомопресову воду та зменшити використання річкової води.

Висновок до розділу 5

Більшість допоміжних технологічних процесів основного виробництва досить шкідливо діють на навколишнє середовище. Це призводить до деградації земельних, водних, біологічних ресурсів, забруднення атмосферного повітря та несе в собі загрозу для життя людей. В основному виробництві при проведенні технологічних процесів утворюється значна кількість газових та пилових викидів.

Дипломною роботою по охороні навколишнього середовища передбачено зменшення використання чистої, річкової води за рахунок використання деамонізованих конденсатів та впровадження дифузійно-пресового методу.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

З аналізу літературних джерел можемо зробити висновки що впровадження дифузійно-пресовий метод вилучення сахарози з бурякової стружки збільшить вихід цукру. Для цього екстрагування сахарози проводять до вмісту цукру на виході з дифузійного апарату 1,5-2,5% до маси буряків з послідуочим пресуванням жому і поверненням жомопресової води. Це надасть змогу зменшити відкачку дифузійного соку, підвищити його чистоту, що веде до збільшення виходу цукру на 0,2-0,4 % до маси буряків.

На основі аналізу роботи дифузійної установки встановлено відповідність вимогам до роботи колонних дифузійних установок. В той же час, відмічено дещо підвищене значення відкачки соку порядку 108 %.

За рахунок застосування дифузійно-пресового способу забезпечується підвищення чистоти жомопресової води на 0,2-0,25 од., зменшення відкачки дифузійного соку з апарата на 8-13% (з 11,5% до 10,5%) і жом відпресовується до вмісту сухих речовин 22-25%.

Встановлено вплив витрат коагулянту сульфату алюмінію на ступінь денатурації клітин бурякової тканини в процесі термічного оброблення екстрагентом.

За результатами експериментальних даних зроблено висновок, що вміст сухих речовин у жомі після пресування становив порядку 23,3-23,6 %. Відповідно такі значення не забезпечують ефективний процес дифузійно-пресового вилучення сахарози, тому запропоновано використання додаткових реагентів для обробки жому перед пресування. Досліджено ефективність застосування гіпсу і сульфату алюмінію шляхом введення їх до живильної води, що надходить у верхню частину колони для обробки знецукреної стружки (жому). При цьому слід зазначити, що підвищення вмісту СР у жомі до 27-27,2 % досягалося за дозування гіпсу 250-400 г/т спільно з сульфатом алюмінію 200-300 г/т буряків. Слід зазначити, що ефективність застосування сульфату алюмінію вища порівняно з застосуванням гіпсу.

За допомогою використання прикладної програми Mathcad проведено оптимізацію одержаного рівняння математичної моделі процесу та знайдено оптимальне співвідношення гіпсу і сульфату алюмінію для отримання максимального вмісту сухих речовин у жомі після пресування. В цілому діапазон раціональних витрат знаходиться в межах 250-350 г/дм³.

НАССР є ефективною системою управління безпекою виробництва цукру-піску. Нами проведено аналіз та ідентифікацію небезпечних чинників, вибору та оцінки заходів керування у бурякопереробному відділенні. Зокрема, проаналізовано на стадіях сировини, транспортування та очищення коренеплодів, одержання бурякової стружки, дифузійного соку, пресування жому, підготовки екстрагенту.

Більшість допоміжних технологічних процесів основного виробництва досить шкідливо діють на навколишнє середовище. Це призводить до деградації земельних, водних, біологічних ресурсів, забруднення атмосферного повітря та несе в собі загрозу для життя людей. В основному виробництві при проведенні технологічних процесів утворюється значна кількість газових та пилових викидів. Дипломною роботою по охороні навколишнього середовища передбачено зменшення використання чистої, річкової води за рахунок використання деамонізованих конденсатів та впровадження дифузійно-пресового методу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Грузінська І., Смагіна А., Айрапетов М., Жигадло В. Зелена книга «Регулювання ринку цукру». URL: <https://brdo.com.ua/wp-content/uploads/2024/06/7-ZK-Regulyuvannya-rynku-tsukru.pdf>.
2. Цукрові прогнози 2024/25: дефіцит, складна логістика, конкуренція та турбулентний сезон. URL: <https://latifundist.com/analytics/33-svitove-virobnitstvo-tsukru-v-novomu-sezoni-problemi-vikliki-i-perspektivi-ukrayini>
3. Чорна Т., Гусятинська Н. Споживання цукру: світові тренди. *Товари і ринки*. 2023. №3. С. 33-52.
4. Ринок цукру у 2023/24 маркетинговому сезоні. URL: <https://www.growhow.in.ua/rynok-tsukru-v-2023-24-marketynhovomu-sezoni/>
5. Якісні характеристики та зберігання цурових буряків на полі. URL: <http://www.ukrsugar.com/uk/post/akisni-harakteristiki-ta-zberiganna-curovih-burakiv-na-poli>
6. Рева Л.П. Кінетика хіміко-технологічних процесів у виробництві цукру: монографія. Київ, НУХТ, 2017. 220 с.
7. Гусятинська Н.А., Тетеріна С.М. Аналіз ефективності дії дезінфектантів щодо мікроорганізмів – активних збудників кагатної гнилі. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*, 2014. Т. 20, № 3. С. 42-50.
8. Гусятинська Н.А. Актуальні питання мікробіологічного контролю у виробництві цукру. *Цукор України*, 2014. № 7. С. 19-24.
9. Abdel-Rahman E.A., Schick R., Kurz T. Influence of dextran on sucrose crystallization. *Zuckerindustrie*, 2007. Vol. 132, № 6. P. 453-460
10. Гусятинська Н. А., Нечипор Т. М., Тетеріна С. М. Дослідження ефективності застосування природного антимікробного засобу "Бетастаб" при переробленні цукрових буряків. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*, 2017. Т. 23, № 1. С. 196-202.

11. Гусятинська Н.А., Тетеріна С.М. Аналіз ефективності дії дезінфектантів щодо мікроорганізмів – активних збудників кагатної гнилі. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*, 2014. Т. 20, № 3. С. 42-50.
12. Гусятинська Н.А., Нечипор Т.М. Технологічні аспекти перероблення буряків, уражених слизистим бактеріозом. *Цукор України*, 2016. № 11-12. С. 41-46.
13. Ліпец А. А. , Логвін В. М. , Скорик К. Д. та ін. Технологія цукру: в 3 т. Т. 1 : Вирощування, зберігання цукрових буряків, видобування сахарози / за ред. В. М. Логвіна, А. І. Українця. Київ: Експрес-об'ява, 2015. 288 с.
14. Ліпец А.А., Гусятинська Н.А. Сучасні способи інтенсифікації процесу екстрагування сахарози з бурякової стружки. *Цукор України*. 2015. № 169. С. 13-18.
15. Спосіб екстрагування сахарози з бурякової стружки: пат. 114866 Україна. № 201606321; заявл. 10.06.2016; опубл. 10.08.2017, Бюл. № 15.
16. Chemat F., Huma Z., Khan M. K. Applicationsof ultrasound in food technology: Processing, preservation and extraction. *Ultrasonics Sonochemistry*, 2011. Vol. 18, Is. 4. P. 813-835.
17. Mhemdi H., Bals O., Vorobiev E. Combined pressing-diffusion technology for sugar beets pretreated by pulsed electric field. *Journal of Food Engineering*, 2016. Vol. 168. P. 166-172.
18. Дифузійно-пресовий спосіб екстрагування сахарози з бурякової стружки: пат. № 130279 Україна. Опубл. 26.11.2018, Бюл. №22, 2018.
19. Спосіб екстрагування сахарози з бурякової стружки: пат. № 17172 Україна. Опубл. 15.09.2006, Бюл. № 9, 2006.
20. Гусятинський М.В. Удосконалення дифузійно-пресової технології вилучення цукрози з бурякової стружки : Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.18.05. Київ, 2006. 20 с.
21. Спосіб обробки жою пресової води дефекосатурацією: пат. 35835. № 98126655; заявл. 16.12.1998; опубл. 16.04.2001.
22. Спосіб екстрагування цукрози з бурякової стружки: пат. 63440 Україна. № 2003043527; заявл. 1.04.2003; опубл. 10.01.2004, Бюл. № 1.

23. Українець А.І., Олішевський В.В., Пушанко Н.М., Ляпіна К.В., Маринін А.І. Коагуляційне очищення жомопресової води гелем алюмінію. Харчові технології. 2015. Т. 21, №4. 237-243.

24. Ткаченко С.В., Шейко Т.В., Заславський С.І., Станіславів С.І. Досвід застосування електрохімічноактивованих розчинів у технологічному процесі цукрового виробництва. *Modernengineeringandinnovativetechnologies*. 2022. Issue 21, Part 1. 59-63 с.

25. Гусятинська Н. А., Тетеріна С. М. Аналіз ефективності дії дезінфектантів щодо мікроорганізмів – активних збудників кагатної гнилі *Наукові праці Національного університету харчових технологій*, 2014. Т. 20, № 3. С. 42-50.

26. Гусятинська Н. А., Нечипор Т. М., Тетеріна С. М. Дослідження ефективності застосування природного антимікробного засобу "Бетастаб" при переробленні цукрових буряків. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*, 2017. Т. 23, № 1. С. 196-202.

27. Шейко Т. В. Вплив мікробіологічної біоплівки на технологічний процес цукрового виробництва. *Продовольчі ресурси*, 2021. Т. 9, № 16. С. 221-228.

28. Гусятинська Н. А., Тетеріна С. М., Касян І. М. Вплив видової мікрофлори цукрових буряків на розвиток кагатної гнилі. *Цукор України*, 2017. № 6-7. С. 10-15.

29. Гусятинська Н. А., Тетеріна С. М., Бурда Л. М. Дослідження ефективності застосування дезінфекційного засобу "Жавель-Клейд" на Глобинському цукровому заводі. *Цукор України*, 2014. № 1. С. 14-19.

30. Гусятинська Н. А., Тетеріна С. М., Бурда Л. М. Дослідження ефективності застосування дезінфекційного засобу "Жавель-Клейд" на Глобинському цукровому заводі. *Цукор України*, 2014. № 1. С. 14-19.

31. Гусятинська Н. А., Нечипор Т. М. Ефективність застосування методів озонування та адсорбційного очищення цеолітом при переробленні цукрових буряків, уражених слизистим бактеріозом. *Цукор України*, 2017. № 2. С. 42-48.

32. Гусятинська Н.А. Інновації в технологіях цукрів, полісахаридів та підготовки води: промислове та крафтове виробництво: курс лекцій для здобувачів

освітнього ступеня «магістр» спеціальності 181«Харчові технології» ОП «Технології цукрів, полісахаридів і підготовки води в промислових та крафтових виробництвах». Київ: НУХТ, 2023. 296 с.

33. Гусятинська Н.А., Шульга С.А., Виговський В.Ю. Технологія цукру: лабораторний практикум. Київ: НУХТ, 2022. 89 с.

34. Рева Л.П., Гусятинська Н.А., Шульга С.А. Фізико-хімічні принципи технологічних процесів виробництва цукру: лабораторний практикум. Київ: НУХТ, 2022. 104 с.

35. Методи контролю харчових виробництв. Лабораторний практикум: навч. посіб. Кол. авторів під заг. ред. Штангєєвої Н.І. К.: УДУХТ, 2000. 240 с.

36. Ліпець А.А., Гусятинська Н.А. Сучасні способи інтенсифікації процесу екстрагування сахарози з бурякової стружки. *Цукор України*, 2015. № 169. С. 13-18.

37. Ткаченко А.С., Басова Ю.О., Горячова О.О. та ін.; за загальною редакцією Ткаченко А.С. Впровадження системи НАССР для операторів ринку харчових продуктів : практичний посібник. Полтава : ПУЕТ, 2020. 137 с.

38. Безпека продуктів харчування за принципами НАССР. URL: <https://agroelita.info/bezpeka-produktiv-harchuvannya-za-pryncypamy-nassr/>.

39. ХАССП це систематичний підхід до забезпечення безпеки продуктів харчування. URL: <https://certificant.org/xassp-ce-sistematichnij-pidxid-do-zabezpechennya-bezpeki-produktiv-xarchuvannya/>.

40. Гаранжа В.С., Семенова О.І. Запровадження системи нассп на цукровому заводі «ТОВ Призма-14». URL: <https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2017/12/45.pdf>

41. Основні поняття системи НАССР: 7 кроків, 12 принципів. URL: <https://blagodatnenska-gromada.gov.ua/news/1660028066/>.

ДОДАТОК А

Ministry of Education and Science of Ukraine

National University of Food Technologies

**90th
International scientific conference
of young scientist and students**

**"Youth scientific achievements
to the 21st century nutrition
problem solution"**

April, 11–12 2024

Part 1

Kyiv, NUFT, 2024

1. Інтенсифікація процесу пресування жому

Алла Босак, Наталія Гусятинська

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Метою пресування жому є зменшення втрат сахарози в жомі; витрат тепла на висушування жому; витрат на транспортування жому; забезпечення дифузійно-пресового способу вилучення сахарози з бурякової стружки.

Методи досліджень. Масову частку сухих речовин в жомі визначали методом висушування на вагах-вологомірах марки МА 50/С/Р, вміст цукру у пресованому жомі визначали методом гарячої водної дигестії з використанням поліриметру Propol.

Результати досліджень. Зв'язок води з м'якоттю жому можна розглядати як фізико-хімічний (адсорбційна та внутріклітинна вода) і фізико-механічний (капілярна і вода змочування). Під час пресування жому виділяється капілярна вода і вода змочування, що становить 80 % від загальної кількості вологи. Підвищення вмісту сухих речовин при пресуванні жому може бути досягнута шляхом застосування хімічних реагентів для обробки живильної води та бурякової стружки в процесі екстрагування, зокрема коагулянту сульфату алюмінію.

Дослідження проводили в промислових умовах на ТОВ «Цукроагропром» філії «Жданівський цукровий завод». Результати досліджень представлені у таблиці.

Таблиця 1. Результати досліджень

№	СР дифузійного соку	Чистота бурякового соку	Втрати цукру у віджатому жомі	СР пресованого жому	Гіпс г/т	Сульфат алюмінію г/т
1	16,5	89,7	2,11	23,3	0	0
2	16,5	89,3	2,51	23,6	350	0
3	16,21	88,94	2,56	24,39	400	200
4	17,14	89,47	2,6	25,8	600	250
5	17,45	89,7	2,62	27,21	300	300
6	17,49	89,78	2,46	27,16	200	300
7	17,35	89,03	2,4	26,8	130	340
8	17,21	88,02	2,37	25,3	0	200
9	17,37	88,95	2,27	26,5	0	260
10	17,35	89,7	1,98	25,97	0	200

Як видно з отриманих даних вміст сухих речовин у жомі після пресування становив порядку 23,3-23,6 %. Відповідно такі значення не забезпечують ефективний процес дифузійно-пресового вилучення сахарози, тому в подальшому використовували додаткові реагенти для обробки живильної води. При цьому слід зазначити, що підвищення вмісту СР у жомі до 27-27,2 % досягалося за дозування гіпсу 200-300 г/т спільно з сульфатом алюмінію 300 г/т буряків. Слід зазначити, що ефективність застосування сульфату алюмінію вища порівняно з застосуванням гіпсу.

Висновки. Інтенсифікація процесу глибокого пресування жому дозволить зменшити величини втрат сахарози в жомі, зменшити величини втрат тепла на висушування жому та витрат на транспортування жому.

ДОДАТОК Б

Програма оптимізації для визначення оптимальних витрат гіпсу та сульфату алюмінію щоб отримати максимальний вміст сухих речовин у пресованому жомі

$$N := 19$$

$$i := 0..N$$

$$C := (130 \ 200 \ 300 \ 400 \ 130 \ 200 \ 300 \ 400 \ 130 \ 200 \ 300 \ 400 \ 130 \ 200 \ 300 \ 400 \ 130 \ 200 \ 300 \ 400)^T$$

$$\tau := (200 \ 200 \ 200 \ 200 \ 250 \ 250 \ 250 \ 250 \ 260 \ 260 \ 260 \ 260 \ 300 \ 300 \ 300 \ 300 \ 340 \ 340 \ 340 \ 340)^T$$

$$G := (25.3 \ 25.4 \ 25.5 \ 25.6 \ 25.8 \ 26.0 \ 26.1 \ 25.8 \ 26.5 \ 26.6 \ 26.8 \ 26.8 \ 26.6 \ 26.9 \ 27.2 \ 27.1 \ 26.8 \ 26.9 \ 26.9 \ 26.4)^T$$

$$A := \begin{bmatrix} N+1 & \sum C & \sum \tau & \sum (C_i \cdot \tau_i) & \sum C^2 & \sum \tau^2 \\ \sum C & \sum C^2 & \sum (C_i \cdot \tau_i) & \sum [(C_i)^2 \cdot \tau_i] & \sum C^3 & \sum [C_i \cdot (\tau_i)^2] \\ \sum \tau & \sum (C_i \cdot \tau_i) & \sum \tau^2 & \sum [C_i \cdot (\tau_i)^2] & \sum [(C_i)^2 \cdot \tau_i] & \sum \tau^3 \\ \sum (C_i \cdot \tau_i) & \sum [(C_i)^2 \cdot \tau_i] & \sum [C_i \cdot (\tau_i)^2] & \sum [(C_i)^2 \cdot (\tau_i)^2] & \sum [(C_i)^3 \cdot \tau_i] & \sum [C_i \cdot (\tau_i)^3] \\ \sum C^2 & \sum C^3 & \sum [(C_i)^2 \cdot \tau_i] & \sum [(C_i)^3 \cdot \tau_i] & \sum C^4 & \sum [(C_i)^2 \cdot (\tau_i)^2] \\ \sum \tau^2 & \sum [C_i \cdot (\tau_i)^2] & \sum \tau^3 & \sum [C_i \cdot (\tau_i)^3] & \sum [(C_i)^2 \cdot (\tau_i)^2] & \sum \tau^4 \end{bmatrix}$$

$$C1 := \begin{bmatrix} \sum G \\ \sum_i (G_i \cdot C_i) \\ \sum_i (G_i \cdot \tau_i) \\ \sum_i (G_i \cdot C_i \cdot \tau_i) \\ \sum_i [G_i \cdot (C_i)^2] \\ \sum_i [G_i \cdot (\tau_i)^2] \end{bmatrix}$$

$$a := A^{-1} \cdot C1$$

$$F1(x1,x2) := a_0 + a_1 \cdot x1 + a_2 \cdot x2 + a_3 \cdot x1 \cdot x2 + a_4 \cdot x1^2 + a_5 \cdot x2^2$$

$$SKP1 := \sqrt{\sum_{i=0}^N \frac{(G_i - F1(C_i, \tau_i))^2}{N}} \quad SKP1 = 0.257$$

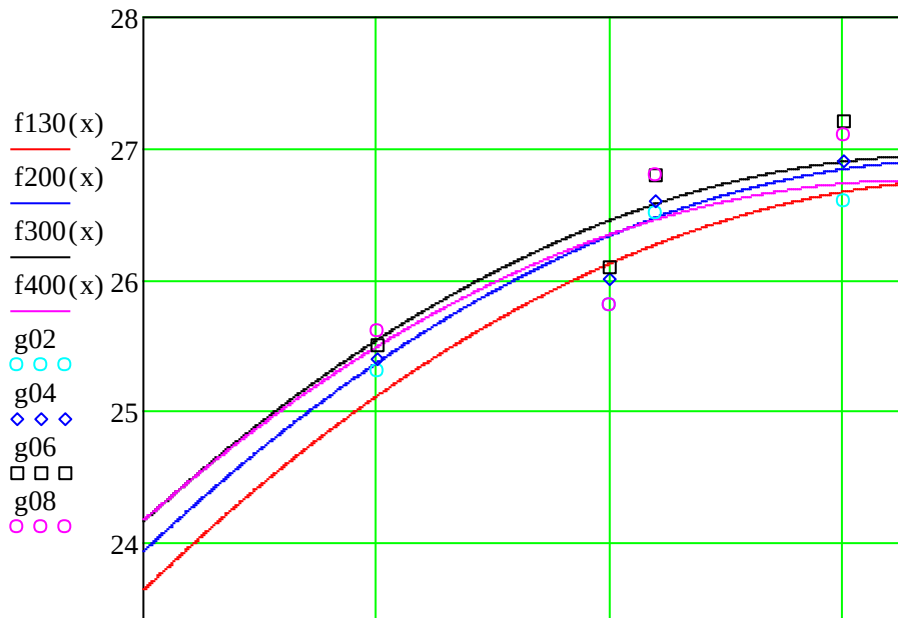
$$f130(x) := F1(130,x) \quad f200(x) := F1(200,x)$$

$$f300(x) := F1(300,x) \quad f400(x) := F1(400,x)$$

$$j := 0..4 \quad \tau1_j := \tau_{0+4 \cdot j}$$

$$a = \begin{pmatrix} 15.32793 \\ 0.00965 \\ 0.06379 \\ -0.00001 \\ -0.00001 \\ -0.00009 \end{pmatrix}$$

$$g02_j := G_{0+4 \cdot j} \quad g04_j := G_{1+4 \cdot j} \quad g06_j := G_{2+4 \cdot j} \quad g08_j := G_{3+4 \cdot j}$$



```

HAR(FN,D,fn,z) :=
  FP ← -ln(-ln(D))
  if z = 1
    if fn < FN0
      fb ← D0
      break
    if fn > FN5
      fb ← D5
      break
    for i ∈ 0,1..5
      if fn = FNi
        fb ← Di
        break
      if fn < FNi+1
        fp ← FPi +  $\frac{(fn - FN_i) \cdot (FP_{i+1} - FP_i)}{FN_{i+1} - FN_i}$ 
        fb ← e-e-fp
        break
  otherwise
    if fn > FN0
      fb ← D0
      break
    if fn < FN5
      fb ← D5
      break
    for i ∈ 0,1..5
      if fn = FNi
        fb ← Di
        break
      if fn > FNi+1
        fp ← FPi +  $\frac{(fn - FN_i) \cdot (FP_{i+1} - FP_i)}{FN_{i+1} - FN_i}$ 
        fb ← e-e-fp
        break
  fb

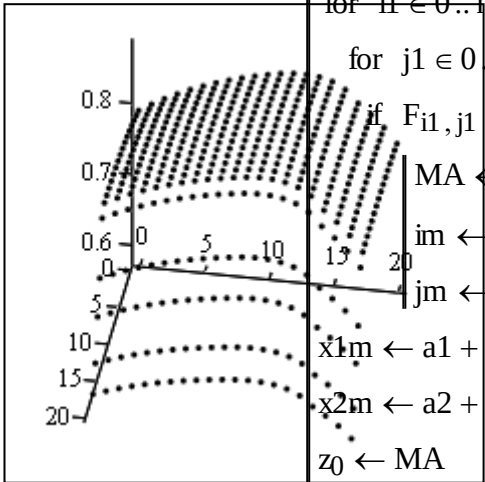
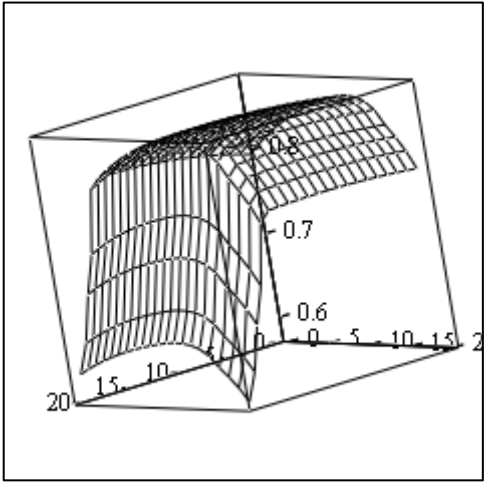
```

```

IBG := (5 15 23 25 27 28)T
IBC := (500 420 385 360 350 340)T
IBτ := (400 380 350 340 320 280)T
D := (0.01 0.2 0.37 0.63 0.8 0.99)T
a1 := 130      b1 := 400      a2 := 200      b2 := 340      mn := 20      i1 := 0..mn      j1 := 0..mn

h1 := (b1 - a1) / mn      h2 := (b2 - a2) / mn
p1i1 := a1 + h1 · i1      p2j1 := a2 + h2 · j1
Y1i1,j1 := F1(p1i1,p2j1)
ff2i1,j1 := HAR(IBC,D,p1i1,0)
ff3i1,j1 := HAR(IBτ,D,p2j1,0)
ff1i1,j1 := HAR(IBG,D,Y1i1,j1,1)
OPT2(F,n,a1,a2,h1,h2) := MA ← F0,0
Ffi1,j1 := (ff1i1,j1)0.5 · (ff2i1,j1)0.25 · (ff3i1,j1)0.25
jm ← 0
for i1 ∈ 0..n - 1
  for j1 ∈ 0..n - 1
    if Ffi1,j1 > MA
      MA ← Ffi1,j1
      im ← i1
      jm ← j1
      x1m ← a1 + h1 · (im)
      x2m ← a2 + h2 · (jm)
      z0 ← MA
      z1 ← x1m
      z2 ← x2m
      z

```

Ff
 $OPT2(Ff,N,a1,a2,h1,h2) = \begin{pmatrix} 0.882 \\ 278.5 \\ 284 \end{pmatrix}$

ДОДАТОК В

Таблиця 1. Показники технологічної якості дифузійного соку

Дати відбору	Дг, %	Чистота-такл. соку, %	α-амінний азот, ммоль/100 г буряків	Чистота диф. соку, %	Чистота очищеного соку, %	Кольоровість очищеного соку, %	Кольоровість сиропу, %	Втрати цукру з мелясою, %
25.08	17,07	89,80	1,74	91,67	94,27	11052,3	1304,55	1,37
26.08	17,08	89,38	1,84	91,34	94,47	1067,6	1334,6	0,90
27.08	17,74	89,95	1,81	91,90	93,95	1043,6	1324,6	1,52
28.08	18,61	90,21	2,68	92,09	94,175	976,75	1354,72	1,50
29.08	17,17	89,40	2,73	91,27	94,09	1109,45	1426,2	1,56
30.08	17,21	89,69	2,99	91,55	94,565	1011,07	1462,9	1,54
31.08	17,12	89,36	2,87	91,28	94,53	978,575	1390,6	1,28
01.09	16,88	89,01	2,49	90,96	94,13	972,85	1350,02	1,66
02.09	16,68	88,35	2,43	90,28	94,215	1052,25	1258,97	1,35
03.09	17,12	89,44	2,33	91,42	94,13	1184,55	1439,42	1,27
04.09	17,21	89,70	2,58	91,51	93,625	1271,65	1927,77	1,63
05.09	17,49	89,59	2,59	91,48	93,625	1384,03	1581,83	1,68
06.09	17,22	89,31	2,42	91,22	94,025	1225,4	1848,8	1,90
07.09	17,27	89,78	2,45	91,68	94,035	1114,22	1555,6	1,92
08.09	16,69	89,38	2,47	91,32	93,89	1120,2	1510,92	1,89
09.09	16,17	89,09	2,47	91,13	93,78	1150,77	1511,47	2,01
10.09	16,72	89,24	2,51	91,13	93,955	1097,27	1389,8	1,60
11.09	16,68	89,37	2,46	91,24	94,11	1153,9	1403,15	1,88
12.09	16,34	89,31	1,40	91,24	93,75	1138,9	1389,6	1,72
13.09	16,13	89,22	2,39	91,15	93,735	1152,8	1511,7	1,57
14.09	16,70	89,39	2,46	91,36	93,865	1111,82	1439,7	1,53
15.09	16,72	89,03	2,46	90,99	93,835	1133,12	1483,22	1,59
16.09	16,94	89,38	2,48	91,25	93,76	1119,47	1477,05	1,50
17.09	16,60	89,22	2,46	91,09	94,03	1177,37	1490,65	1,49
18.09	16,21	89,27	2,39	91,15	94,005	1283,47	1524,65	1,52
19.09	16,58	88,72	2,42	90,64	93,94	1267,67	1637,45	1,52
20.09	16,99	89,19	2,47	91,17	93,755	1161,37	1507,02	1,49
21.09	17,12	89,47	2,52	91,36	93,865	1250,27	1508,75	1,69
22.09	16,99	88,54	2,48	90,42	93,66	1229,72	1474,52	1,65
23.09	16,47	89,24	2,46	91,08	93,945	1140,7	1432,15	1,66
24.09	16,15	89,02	2,43	90,96	93,9	1148,97	1463,52	1,65
25.09	16,52	89,07	2,47	91,00	93,735	1272,32	1505,1	1,63
26.09	17,07	89,80	1,74	91,67	93,75	1241,0	1535,87	1,61
27.09	17,08	89,38	1,84	91,34	93,8	1242,97	1505,25	1,62
28.09	17,74	89,95	1,81	91,90	93,695	1216,55	1603,25	1,70

ДОДАТОК Г

Таблиця 2. Якість цукру

	Показники	10.09. 2024 за добу	від поча- тку	20.09. 2024 за добу	від поча- тку	30.09. 2024 за добу	від поча- тку	10.10. 2024 за добу	від поча- тку
1	Кольоровість в розчині, IU	15,5	19,1	19,8	18,4	18,9	19,5	19,5	19,5
2	Бали	2,1	2,6	2,6	2,5	2,5	2,6	2,6	2,6
3	Каламутність розчину цукру, IU	29,3	29,5	39,5	26,9	27,3	26,2	24,4	26,0
4	Масова частка вологи, %	0,023	0,038	0,024	0,033	0,024	0,029	0,025	0,029
5	Масова частка золи, %	0,009	0,011	0,010	0,012	0,010	0,011	0,008	0,011
6	Бали	5,0	8,0	5,6	6,98	5,6	6,2	4,4	6,2
7	Масова частка PP	0,011	0,011	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
8	Масова част. феродомишок , %	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
9	Поляризація	99,90	99,90	99,90	99,90	99,90	99,90	99,90	99,90
10	Гранулометр ичний склад								
	1,4 мм	0,5	0,8	0,6	0,7	0,3	0,5	0,3	0,5
	1,0 мм	10,8	10,0	8,3	9,3	6,5	8,9	9,9	9,0
	0,8 мм	14,5	11,9	14,6	13,0	13,6	10,9	15,3	11,1
	0,6 мм	11,9	18,8	26,4	18,3	12,4	17,1	15,3	11,1
	0,5 мм	31,6	26,9	20,6	26,6	33,9	27,1	30,5	27,3
	0,3 мм	18,1	20,9	24,9	20,6	18,9	23,2	17,2	23,0
	0,2 мм	10,9	9,1	4,0	10,0	11,9	11,4	10,1	11,2
	< 0,2 мм	1,9	2,2	0,6	1,9	2,4	1,9	1,4	1,8
11	Середній розмір кристалів	0,63	0,64	0,66	0,63	0,60	0,60	0,64	0,61
12	Коефіцієнт варіації CV	44,5	40,2	38,3	41,4	43,0	42,7	42,3	42,8

Продовження табл.

13	Наявність нерозчинних домішок, мг/кг	3,0	11,6	3,0	10,1	6,0	8,0	5,0	8,0
14	Тип кольору	1,0	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
15	Бали	2,0	2,1	2,0	2,1	2,0	2,0	2,0	2,0
16	Кількість балів	6,0	12,7	6,0	11,4	6,0	10,8	9,0	10,8
17	Наявність чорних включень, шт/100 гр	4,0	15,4	25,0	16,8	5,0	11,9	5,0	11,1
18	Наявність білих включень	відсу- тні	відсу- тні	відсу- тні	відсу- тні	відсу- тні	відсу- тні	відсу- тні	відсу- тні
19	Флоктест		0,0		0,0		0,0		0,0
20	Вихід цукру	14,88	13,95	14,57	14,09	14,63	14,16	14,15	14,16

ДОДАТОК Д

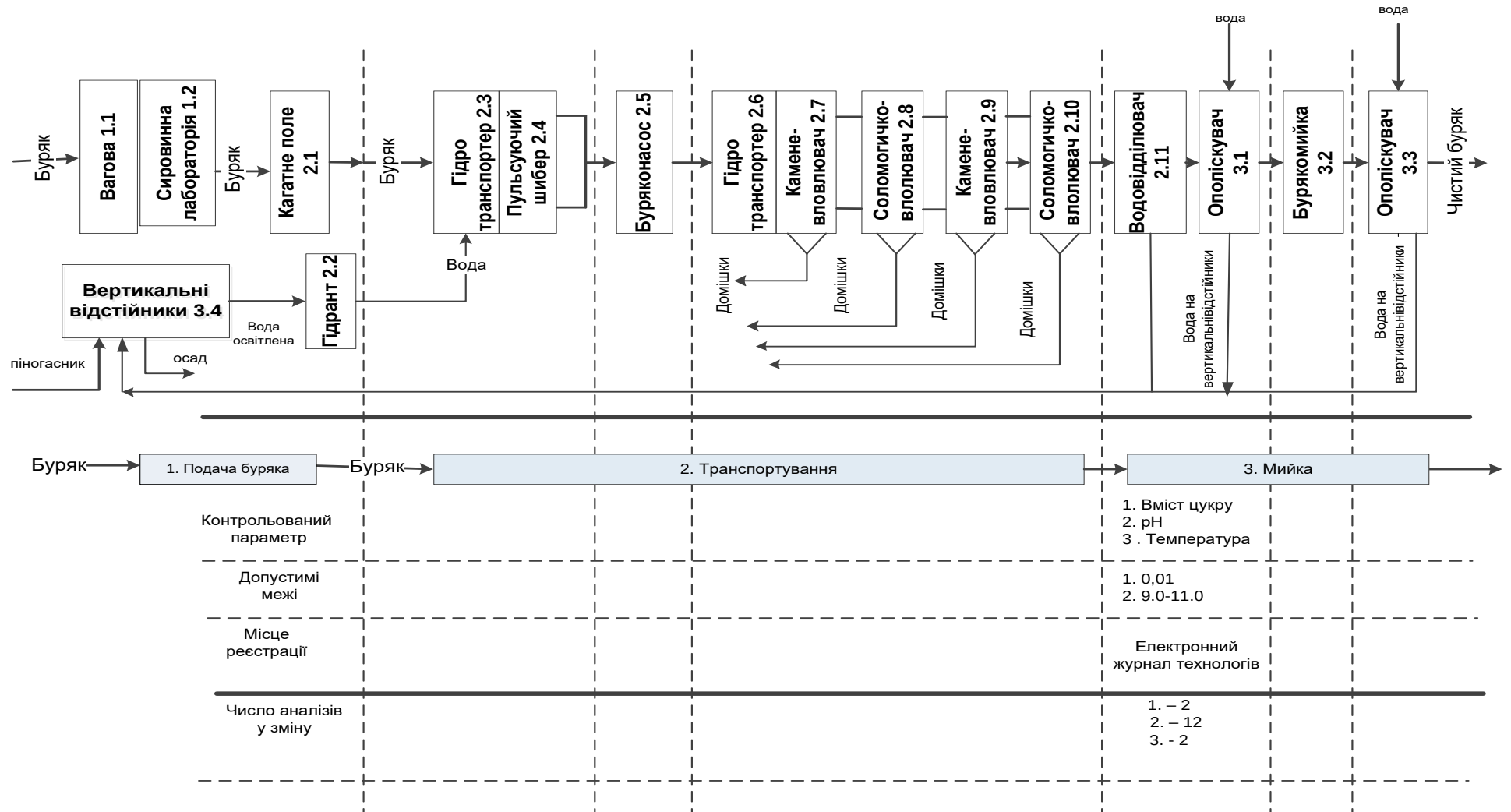


Рисунок 1. Схема подачі буряка в завод та очистка його від домішок

ДОДАТОК Е

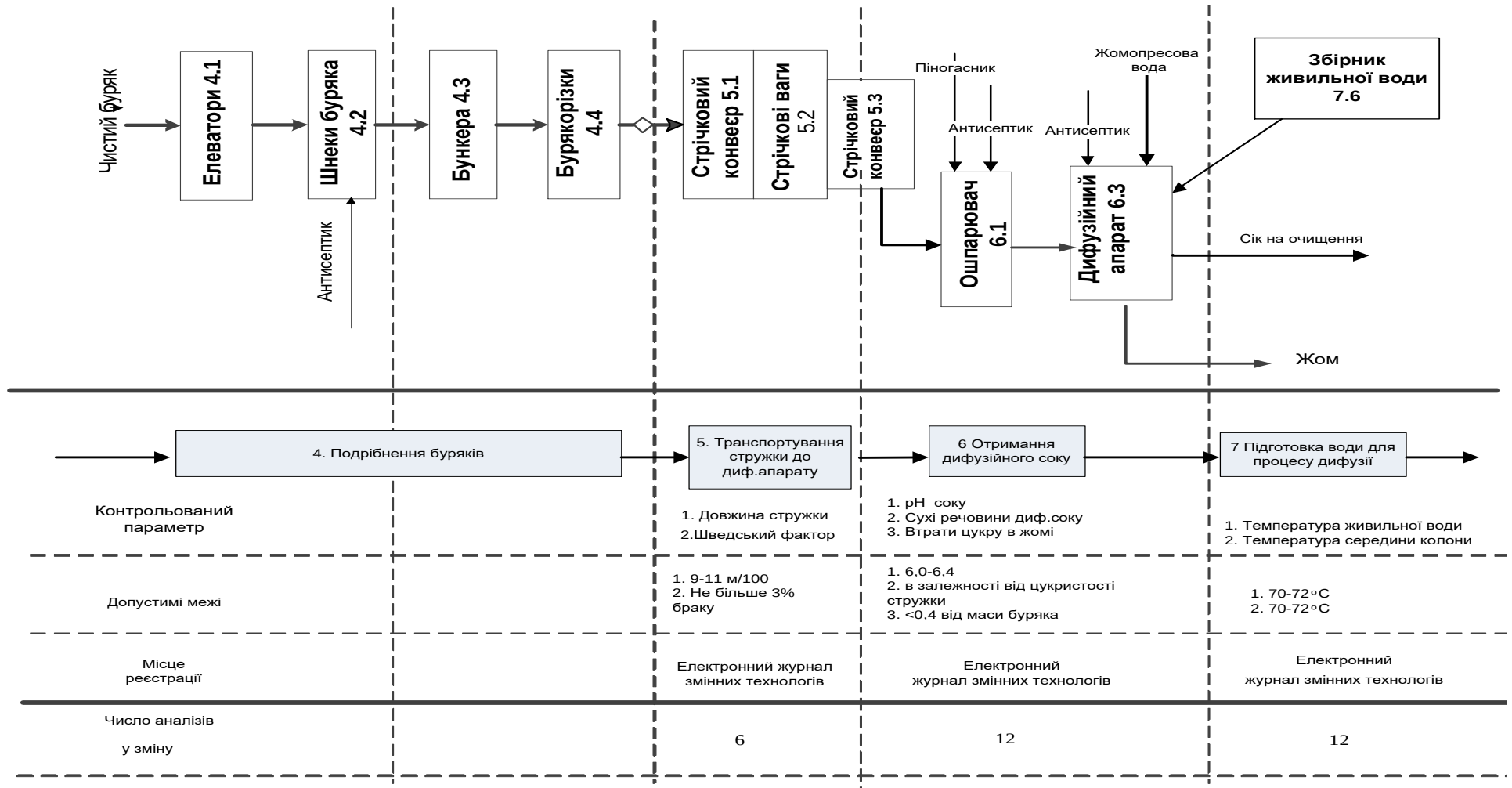


Рисунок 2. Схема вилучення цукру із буряка

ДОДАТОК Є

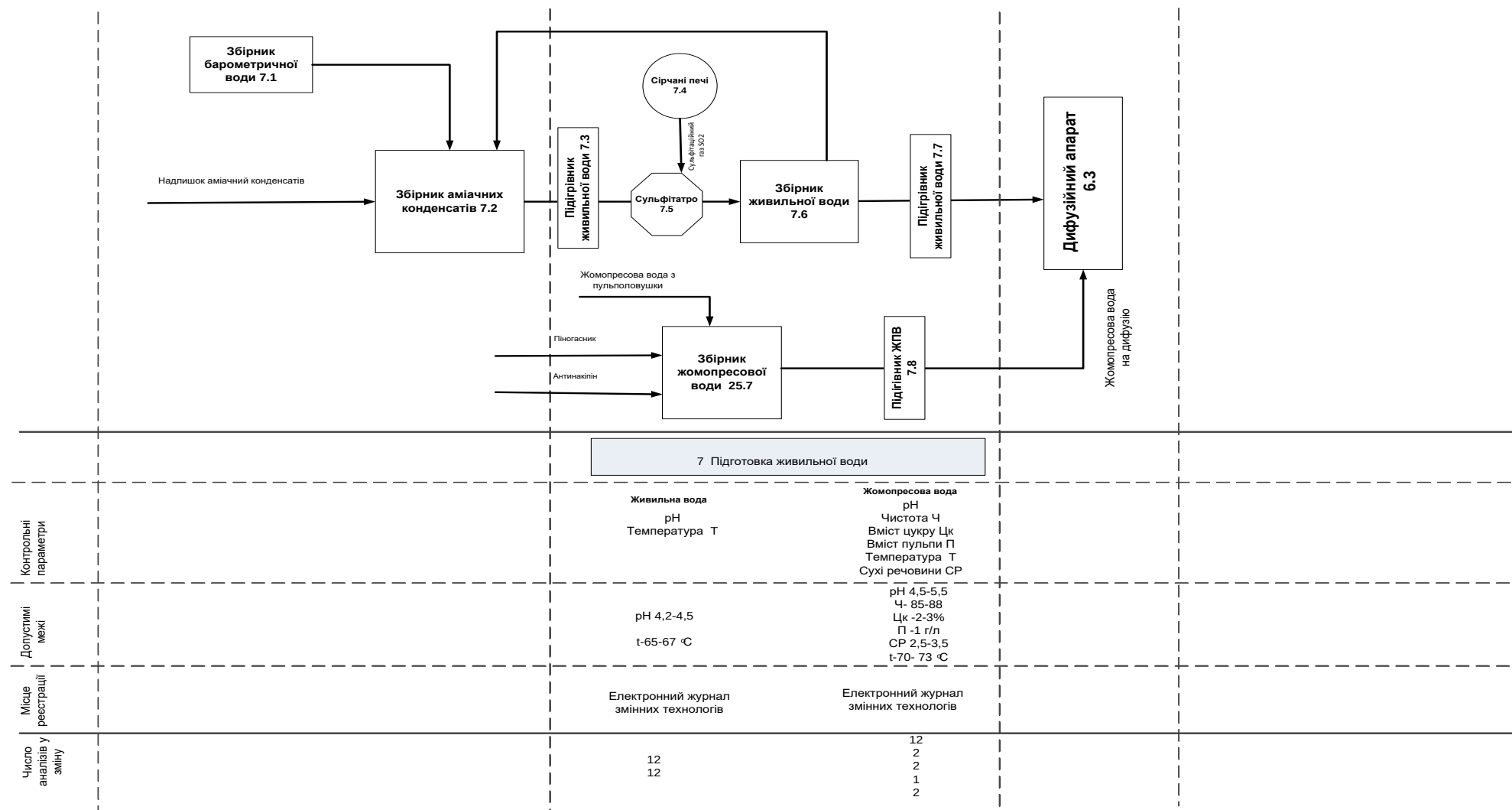


Рисунок 3. Схема підготовки живильної води на дифузії

ДОДАТОК Ж

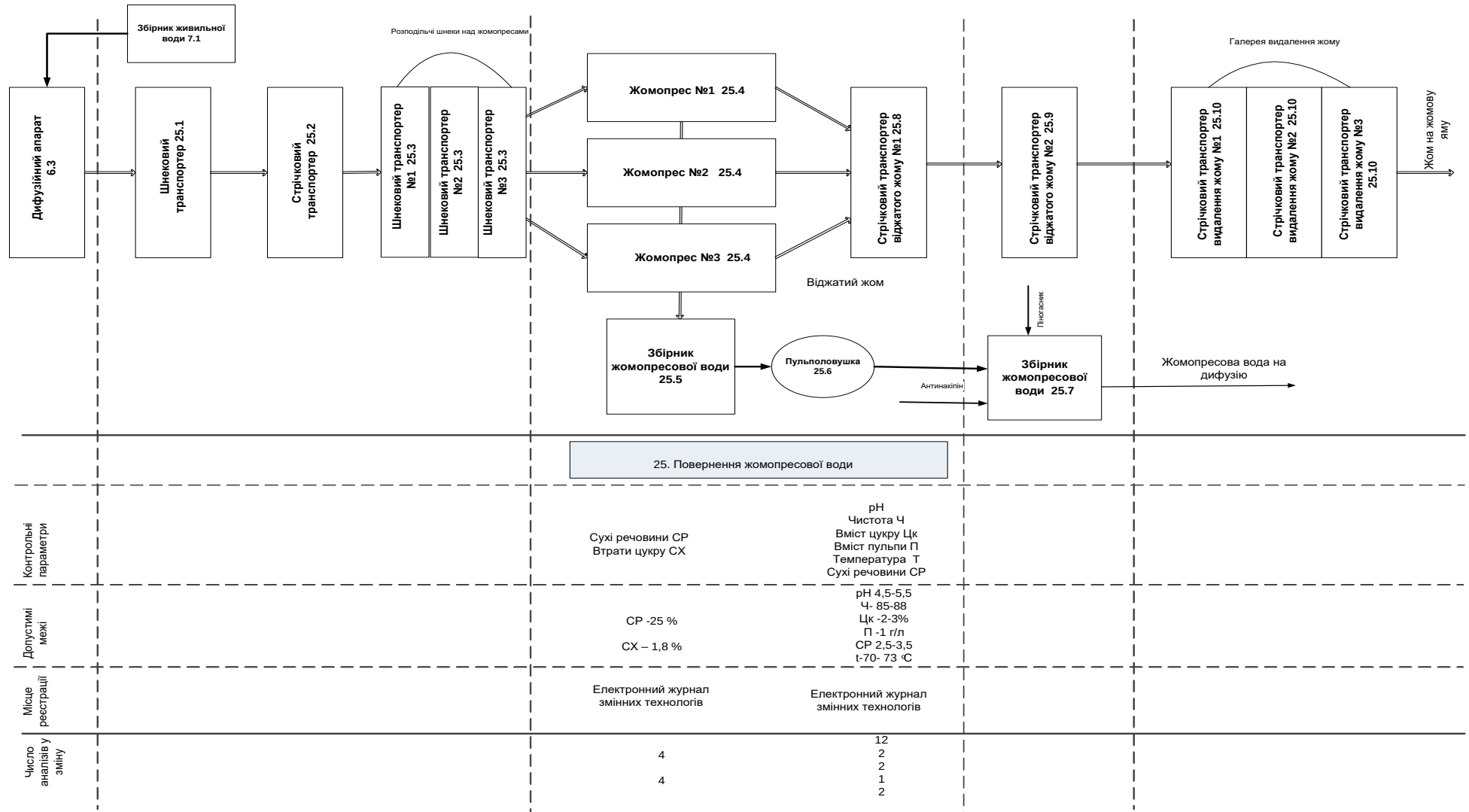


Рисунок 4. Схема жомопресового відділення